

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-175420

(43)Date of publication of application : 14.07.1995

(51)Int.Cl.

G09F 9/30

G09G 3/30

H01L 33/00

H05B 33/00

(21)Application number : 06-249982

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 19.09.1994

(72)Inventor : EKUSA TAKASHI  
SASAKI TAKASHI  
FUKUNAGA YOKO  
MIURA AKIRA

(30)Priority

Priority number : 05231109

Priority date : 17.09.1993

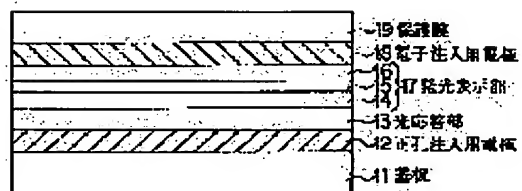
Priority country : JP

## (54) LIGHT INPUT TYPE ORGANIC EL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain such as EL element that enables input of optical information and has various functions such as switching, memory and multiple input by providing an org. thin film having a light emitting display part and an optical response part, and a pair of electrodes to apply voltage on the org. thin film so that light emitting display is performed according to the input of optical information.

CONSTITUTION: This element has an org. thin film having a light emitting display part 17 and an optical response part 13, and a pair of electrodes to apply voltage to the thin film. When the optical response part 13 is irradiated with intense light, the electric conductivity of the optical response part 13 increases and holes are injected from the electrode 12 to inject holes to the optical response part 13. Thereby, about 10V which is almost equal to the voltage applied between the electrodes is applied on the light emitting display part 17. As a result, electrons are injected from the electron injecting electrode 18 to the light emitting layer 15 through an electron injecting layer 16, while holes are injected from the hole injecting electrode 12 to the light emitting layer 15 through the optical response part 13 and a hole injecting layer 14. Thus, electrons and holes are coupled again to emit light in the light emitting layer 15.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3405608

[Date of registration] 07.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-175420

(43) 公開日 平成7年(1995)7月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 F 9/30	3 6 5 Z	7610-5G		
G 0 9 G 3/30		9378-5G		
H 0 1 L 33/00	A			
H 0 5 B 33/00				

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願平6-249982	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成6年(1994)9月19日	(72) 発明者	江草 俊 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(31) 優先権主張番号	特願平5-231109	(72) 発明者	佐々木 隆 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝研究開発センター内
(32) 優先日	平5(1993)9月17日	(72) 発明者	福永 容子 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株 式会社東芝生産技術研究所内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦

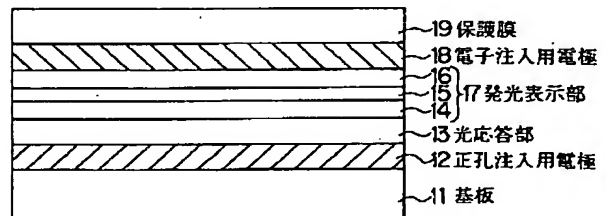
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光入力型有機EL素子

(57) 【要約】

【目的】 光による情報の入力が可能だけでなく、スイッチング機能、メモリ機能、多重入力機能などの多様な機能を有する光入力型有機EL素子を提供する。

【構成】 1対の電極(12, 18)の間に、発光層(15)およびキャリア注入層(14, 16)からなる発光表示部(17)と光応答部(13)とを積層して形成した構造を有し、光応答部(13)に入力された情報に応じて発光表示が行われる。



# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光表示部及び光応答部を有する有機薄膜と、該有機薄膜に電圧を印加する1対の電極とを具備し、光入力された情報に応じて発光表示が行われることを特徴とする光入力型有機EL素子。

【請求項2】 発光表示部及び光応答部が互いに異なる有機薄膜で構成されていることを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

【請求項3】 光応答部を構成する有機薄膜がスイッチング応答を示すことを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

【請求項4】 光応答部を構成する有機薄膜が異なる複数の波長の光によって可逆的に変化し、メモリ機能を有することを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

【請求項5】 光応答部を構成する有機薄膜が互いに異なる波長の光に対し応答を示す領域を備え、これらの互いに異なる波長を有する複数の光による多重入力機能を有することを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

【請求項6】 発光表示部を構成する有機薄膜の少なくとも一部が光応答部を構成し、順方向バイアスで発光表示、逆方向バイアスで入力された光の検出が行われることを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

【請求項7】 前記光応答部に不純物がドーピングされていることを特徴とする請求項1記載の光入力型有機EL素子。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は外部情報を光入力方式で書き込むことができ、その外部情報に応じて発光表示が可能な光入力型有機EL素子に関する。

### 【0002】

【従来の技術】近年、情報化システムの急速な進展に伴い、種々の情報入出力機器が飛躍的に改善されている。現在、コンピュータとユーザーとの間のインターフェース機器としてのディスプレイデバイスは、液晶デバイスやCRTが主流になっている。このうち液晶デバイスは薄型軽量でありしかも駆動消費電力が小さいという特徴を有し、今後ともディスプレイデバイスとしての発展が期待されている。

【0003】しかし、液晶デバイスは、その動作特性上不可避な欠点も有している。例えば、バックライト光源を必要とする、応答速度が遅い、視野角が狭い、大画面化が困難である、明光下での表示コントラストが必ずしもよくないことなどである。このような欠点を克服するために、プラズマディスプレイ、無機系ELパネル、真空マイクロカソード素子などの発光型表示素子が従来より注目されてきた。しかし、これらの発光型表示素子には、輝度が不十分である、多色表示が困難である、駆動

電圧が高いなどの問題がある。

【0004】これに対して最近、有機薄膜の積層構造を有するキャリア注入型電界発光素子（有機EL素子）において、10V前後の低電圧駆動で1000cd/m<sup>2</sup>以上の高輝度発光を実現できることが報告されている。このような有機EL素子では、発光色が使用する有機色素の蛍光色とほぼ一致することから、有機色素を適宜選択することにより多色表示も容易に実現できる。また、有機薄膜は蒸着法により簡便に形成できるので、大面積化にも有利である。このように有機EL素子は、液晶デバイスの欠点を回避し、表示性能を大幅に向上させるディスプレイデバイスとして大きな期待を寄せられており、実用化に向けた技術開発が精力的に進められている。

【0005】一方、情報システムは将来ますます多様化する傾向にあり、インターフェースに関してもハード及びソフトウェア技術ともにその重要性が増している。例えば、現在の入力形式はキーボードやマウスが中心となっているが、最近ではペン入力方式のパーソナルコンピュータ及びそのための専用のOSの開発が進んでいる。このように、コンピュータに対する入力形態は、キーボードやマウスと比較してより人間の感性や行動様式に合った形態が求められ、かつシステムの運用状況あるいはコンピュータなどの使用環境に応じた多様性が求められると考えられる。また、情報の出力形式も従来のような単純な表示機能ばかりでなく、システムに応じた高度な機能が要求される。したがって、有機EL素子についても単に高性能な表示機器としての特性だけでなく、情報の入力機能、蓄積機能、記憶機能などを兼ね備えた特性が要求される。

【0006】さらに、従来用いられている入力可能な表示機器は、情報入力用の素子と、表示用の素子とが別個に構成されていたため、情報検知と表示駆動とを全く異なる回路で行ってきた。これに加えて、入力された情報に対する表示動作は、情報入力用の機構及び表示用の機構とは全く異なる、情報処理のための機器によって行う必要があった。

【0007】例えば上述したように、近年は人間の使いやすさを重視した入出力装置として各種のペン入力型液晶表示素子が普及しはじめている。これらの装置では、表示機能を持った液晶ディスプレイとは別個にペンによる入力を検知する装置が付随している。ペン入力装置には、ペンによる筆圧を検知するもの、ペンから発生する電磁波を検知するもの、ペンによる光入力を検知するものなどの様々な手法があるが、いずれにしてもこれらの入力手法と液晶の表示手法とは機構的に全く異なるものである。したがって、入力された情報を表示出力するためには、コンピュータによる情報処理が必要となる。すなわち、ペン入力された情報は、いったんコンピュータによってその入力された座標やパターンを検知し、

これらに処理を施して得た画像情報を液晶表示動作の入力信号として用いることにより、全体的なシステムとしてペン入力型の表示素子を構成しているだけにすぎない。当然ではあるが、以上のような手順でペン入力情報を画像表示するためには、相当量のコンピューターによる演算が必要とされるため、入力検知能力が遅く、システムのプログラミングが困難であるなどが大きな問題となる。その結果、現状のペン入力型液晶表示素子は必ずしも人間が使いやすい道具とはいえない。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、光による情報の入力及びその情報に対応した発光表示が可能であり、さらに光入力情報の蓄積機能、記憶機能などを兼ね備えた光入力型有機EL素子を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光入力型有機EL素子は、発光表示部及び光応答部を有する有機薄膜と、該有機薄膜に電圧を印加する1対の電極とを具備し、光入力された情報に応じて発光表示が行われることを特徴とするものである。

【0010】本発明の光入力型有機EL素子は一般的には、発光表示部を構成する1層又は複数層の有機薄膜と光応答部を構成する1層又は複数層の有機薄膜とが積層され、この積層構造の有機薄膜にキャリアを注入するための電子注入用及び正孔注入用の1対の電極が設けられた構造を有している。ここで、発光表示部及び光応答部の積層順序は特に限定されない。また、発光表示部を構成する有機薄膜の少なくとも一部が光応答部を構成し、順方向バイアスで発光表示、逆方向バイアスで入力された光の検出を行ってもよい。

【0011】本発明においては、光応答部を構成する有機薄膜がスイッチング応答を示すことが好ましい。また、光応答部を構成する有機薄膜として、異なる複数の波長の光によって可逆的に変化するものを用いれば、メモリ機能を発揮することができる。さらに、例えば複数の材料を2次元的にパターン化するか又は積層した有機薄膜で光応答部を構成して、互いに異なる波長の光に対し応答を示す領域を形成すれば、これらの互いに異なる波長を有する複数の光による多重入力機能を付与することが可能となる。なお、光応答部を構成する有機薄膜に不純物をドーピングし、その不純物濃度に応じて光に対する応答性を変化させることもできる。

【0012】以下、本発明をより詳細に説明する。

【0013】本発明において、基板としては、ガラス；ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリカーボネートなどの樹脂類；銅シート、ステンレスシートなどの金属シートなどが用いられる。

【0014】本発明において、発光表示部は通常の有機EL素子と同様の構成を有し、同様の原理で動作する。

図14を参照して発光表示部について説明する。発光表示部の構成としては、図14に示されるように正孔注入用電極(M<sub>H</sub>)1と電子注入用電極(M<sub>E</sub>)5との間に、正孔注入層(O<sub>H</sub>)2、発光層(O<sub>L</sub>)3及び電子注入層(O<sub>E</sub>)4が形成されたものが代表的である。なお、発光表示部を構成する有機薄膜の積層構造は、上述したように3層構造に限らず、電子注入層と発光層との2層構造や正孔注入層と発光層との2層構造などでもよい。また、電子注入層、発光層及び正孔注入層のうち少なくともいずれかが複数層からなる4層以上の多層構造でもよい。さらに、各有機薄膜は単一の材料で構成されていてもよいし、2種以上の材料が混合していてもよい。これらの構成は、発光色、動作電圧、輝度、応答速度など、素子に要求される性能に応じて決定される。

【0015】図14の発光表示部について、電圧を印加していないときの接合状態を図15(a)に、電圧を印加したときの接合状態を図15(b)に示し、その動作を説明する。図15(a)における各層の接合状態は以下の通りである。電子注入用電極(M<sub>E</sub>)5と電子注入層(O<sub>E</sub>)4との間には、電子注入性の接合が形成される。電子注入層(O<sub>E</sub>)4と発光層(O<sub>L</sub>)3との間には、電子注入性かつ正孔ブロック性の接合が形成される。一方、正孔注入用電極(M<sub>H</sub>)1と正孔注入層(O<sub>H</sub>)2との間には、正孔注入性の接合が形成される。正孔注入層(O<sub>H</sub>)2と発光層(O<sub>L</sub>)3との間には、正孔注入性かつ電子ブロック性の接合が形成される。いま、電子注入用電極5に負の電圧(順方向バイアス)を印加すると、図15(b)に示すように、電子が電子注入用電極5から電子注入層4を介して発光層3へ注入され、一方正孔が正孔注入用電極1から正孔注入層2を介して発光層3へ注入される。そして、発光層3中で電子と正孔とが再結合する。このときのエネルギーがフォトンに変換されて発光する(電界発光)。したがって、原理的には、発光層3のバンドギャップに相当する波長の発光が得られる。

【0016】この場合、電極間に印加する順方向バイアスを増加させると、電極から注入される電子及び正孔の密度が増加し、発光輝度が増加する。したがって、印加電圧によって発光輝度を制御することができる。印加電圧の範囲は1~10Vに設定され、このときの電流密度は1~100mA/cm<sup>2</sup>である。一方、電極間に逆方向バイアスを印加した場合には、電極からのキャリア注入が起こらず、素子には電流が流れないため(整流特性)、発光もしない。

【0017】発光表示部に用いられる材料を具体的に説明する。発光層には、フォトルミネッセンス性の色素誘導体が用いられる。フォトルミネッセンス性とは、色素の光吸収が起こる波長の光で色素を励起したとき、その励起状態から光子が放射される性質のことである。本発明においては、特にその効率が高いものが選択されるこ

とが好ましい。電子注入層及び正孔注入層には、電極と接したときに電子注入及び正孔注入が起こる材料が用いられる。以上のような性質を有する材料は、本発明者らが開発した変位電流測定法によって調べることができる。

【0018】次に、光応答部について説明する。光応答部を構成する有機薄膜の少なくとも1層には、光を吸収するとその電気物性が大きく変化する性質を示す材料が用いられる。ここで、電気物性としては、光による伝導度変化（光伝導性）、光誘起キャリア発生による電流発生（光起電流）、光による電圧発生（光起電圧）などが挙げられる。光応答部の電気物性の変化の態様に関しては、スイッチング応答のような非線形応答性、光安定性に基づくメモリ応答性などが挙げられる。このような性質を示す材料は低分子化合物、高分子化合物のいずれでもよく、以下のようなものが挙げられる。

【0019】光伝導性を示す材料、すなわち光の照射によって電極から注入されたキャリアの輸送・注入特性が変化する材料としては、ペリレンテトラカルボン酸ジイミド誘導体、テトラピリジルポルフィリン誘導体、ピリリウム色素、ポリアセン誘導体、種々の電荷移動錯体などが挙げられる。このような材料からなる光応答部に関しては、光によって発光表示部へのキャリア注入性を制御できる。図16に、このような材料からなる有機薄膜のキャリア注入特性を変位電流測定法によって測定した結果を示す。このような有機薄膜は、光を照射していない場合には実線で表示されるようにほぼ絶縁体に近いが、光照射によって破線で表示されるようにキャリア輸送・注入性が高くなる。

【0020】光誘起キャリアを発生する材料としては、以下のようなものが挙げられる。例えば、M・TCNQ（テトラシアノキノジメタン）、M・TNAP（テトラシアノナフトキノジメタン）、M・DCNQI（ジシアノキノジイミン）（ここで、MはCu、Ag、Auなどの金属イオン）などの錯体は、適当な波長のレーザー光を照射すると組成が変化する。このうちCu・TCNQは、光が照射されていない状態では「イオン性」の錯体でありほぼ絶縁体としてふるまうが、510nmの波長のレーザー光を照射すると錯体の一部が「中性化」する。この結果、照射部では非照射部に比較して電気伝導度が $10^3 \sim 10^4$ 倍に増大し、顕著な非線形電気伝導性を示す。また、ポリジアセチレン誘導体は、光照射によってA-B型構造相転移を起こし、光伝導性が大きく変化する。また、交互積層型TTeC<sub>1</sub>TTF-TCNQは、光照射に伴って、擬一次元系特有の強い電子-格子相互作用のためドメイン壁を素励起として多数のキャリアが発生する。このような材料からなる光応答部は、光が照射されるとそれ自体がキャリア注入層として機能する。

【0021】本発明の光入力型有機EL素子の一例は、

発光表示部の有機薄膜と上記のような材料からなる光応答部の有機薄膜とを積層し、これらの上下に1対の電極を設けた構造を有する。そして、上下の電極間に発光表示部に対し順方向バイアスを印加していても、光応答部に光を照射しない場合には全く電流は流れない。一方、上下の電極間に順方向バイアスを印加しかつ光応答部に光を照射すると、光応答部が高導電性になって電極から十分なキャリアが注入される。さらに、キャリアは光応答部から隣接する発光表示部へ輸送され、その結果発光が生じる。なお、光応答部の材料が、いったん光を吸収すると電気物性の変化が保持される双安定性を有している場合、入力光を消しても発光が持続する。

【0022】本発明の素子において、光入力の電氣的な検出は、例えば発光表示操作にのつての順方向バイアス印加時に流れる電流を測定することにより実現できる。すなわち、光応答部に光が照射されないと、電気伝導性が低いので、キャリア注入が起きず発光もしない。一方、光応答部に光が照射されると、電気伝導性が増加して、キャリアが注入される結果、発光が起こる。光の照射を止めると、再び光応答部の電気伝導度が低下して発光が停止する。したがって、順方向バイアス印加時に流れる電流量を検出することにより光入力を検出できる。

【0023】本発明の素子においては、発光表示部を構成する有機薄膜の少なくとも1層が光を吸収することによってキャリアを発生し、光応答部として作用する性質を有していてもよい。このとき光応答部として作用する有機薄膜は、電子注入層、発光層、正孔注入層のいずれでもよい。この場合、素子に周波数30Hz以上の交流バイアスを印加し、逆方向バイアス時に光入力を検出するのが有利である。すなわち、逆方向バイアス時に素子に光が照射されると、光応答部の有機薄膜より光起電流が発生し、電極から素子外へ流れる。この光起電流を電氣的に検出すれば、光が入力されたことを検出できる。さらに、適当な検出回路及び駆動回路を設計することにより、逆方向バイアス時に検出された光入力の信号に基づいて順方向バイアスを上昇させて発光表示することができる。以下、このような素子をレフレックス型という。

【0024】本発明の素子において、光応答部はスイッチング応答、すなわち照射される光の強度に応じて発光表示部へ注入可能なキャリア密度のしきい値的变化を起こすことが好ましい。このようなスイッチング応答は、強度の強い光を照射することによってはじめて素子が動作するというように、特に背景光の影響を減少させる点で重要である。

【0025】本発明の素子においては、光応答部を2層以上の複数層の有機薄膜で構成することにより多様な機能を実現できる。ここで以下の説明を簡単にするために、光応答部を構成する2層の有機薄膜のうち、発光表

示部に隣接する側の有機薄膜を下層光応答部、光が照射される側の有機薄膜を上層光応答部とする。

【0026】まず、光応答部を構成する上層光応答部として特定波長の光に選択的に応答する材料を用いれば、背景光に対するフィルター層として機能させることができる。

【0027】また、光応答部を構成する上層光応答部として特定波長の光に選択的に応答しかつフォトクロミック性を示す材料を用いても、背景光に対するフィルター層として機能させることができる。このような光応答部の吸収特性について図17を参照して説明する。この場合、下層光応答部としては前述したように波長 $\lambda_1$ の光が照射されると光誘起キャリア注入特性を示す材料が用いられる。また、上層光応答部としては、以下のような吸収特性を有する材料が用いられる。すなわち、光を照射しないときには、 $\lambda_{2mA}$ に吸収極大を有し、下層光応答部が活性となる波長 $\lambda_1$ の領域に吸収を持つ。一方、波長 $\lambda_{2A}$ の光が照射されると、吸収極大が $\lambda_{2mB}$ へシフトし、 $\lambda_1$ の領域にほとんど吸収を持たなくなる。いま、 $\lambda_1$ の光を照射しても、上層光応答部によって光が吸収されるため、下層光応答部はキャリア注入層として機能しない。しかし、上層光応答部に $\lambda_{2A}$ の光を照射してその吸収極大を $\lambda_{2mB}$ へシフトさせた状態で $\lambda_1$ の光を照射すると、下層光応答部はキャリア注入層として機能し、発光が生じる。このような構成では、上層光応答部がフィルター層として作用するので、本発明の素子の使用時に背景光などを遮蔽するのに有効である。このような機能を有する上層光応答部としては、例えばテトラアルキル-p-フェニレンジアミン誘導体などの光イオン化を示す有機材料；スピロピラン、フルギドなどの有機フォトクロミック材料などが挙げられる。

【0028】さらに、2層構造の光応答部を構成する上層光応答部としてしきい値的光応答性を示す有機非線形光学材料、例えばSHG（第2高調波発生）材料を用いる場合について説明する。図18（a）に示すように、SHG材料は照射光 $\omega$ の強度の2乗に比例した $2\omega$ の光出力を発生させるという非線形的な出力応答を示す。図18（b）に示すように、この出力光によって下層光応答部はスイッチング応答を示す。

【0029】以上のような構成を有する本発明の素子について、発光表示動作および光応答動作を制御するシステムについて図19および図20を参照して説明する。本発明の素子では、発光表示部において注入キャリア密度が実効的な値（ $\eta_{eff}$ ）に達すると発光が生じる。従来の素子では、 $\eta_{eff}$ を確保するために、キャリア密度が図19の曲線1に沿って変化するように、電圧・電流値を制御する回路のみが設けられていた。これに対して、本発明の素子では、一定のしきい値以上の光エネルギーによってキャリア密度を増減させることができる。したがって、キャリア密度が図19の曲線2に沿

って変化するように、電圧・電流値を制御する回路および照射光強度を制御する回路を設ける。すなわち、図20に示すように、電極間の電圧・電流を制御するための電圧・電流制御系81、照射光強度を制御するための光入力制御系82、およびこれらの両制御系を制御するための書き込み・表示全制御系83を有する制御システムが用いられる。

【0030】本発明の素子においては、光応答部にメモリ機能を持たせることもできる。具体的には、光応答部を、光誘起キャリアを発生する材料からなる有機薄膜（下層光応答部）とメモリ機能を有する有機薄膜（上層光応答部）との積層構造とする。メモリ機能を有する上層光応答部には、例えば2つの異なる波長の光によって吸収特性が可逆的に変化する材料が用いられる。下層光応答部は波長 $\lambda_1$ の光が照射されると光誘起キャリアを発生する。上層光応答部は異なる2つの波長の光によりその吸収特性が可逆的に変化する。すなわち、図21（a）に示すように、光が照射されない場合には吸収極大が $\lambda_{2mA}$ にあり $\lambda_1$ の領域に吸収を持たないが、波長 $\lambda_{2A}$ の光を照射すると吸収極大が $\lambda_{2mB}$ へ変化して $\lambda_1$ に重なる領域に吸収を持つようになる。また、図21（b）に示すように、この状態で $\lambda_{2B}$ の光を照射すると、吸収極大が $\lambda_{2mB}$ から $\lambda_{2mA}$ へ戻る。

【0031】上述したように波長 $\lambda_{2A}$ の光の照射によって上層光応答部の吸収極大が $\lambda_{2mA}$ から $\lambda_{2mB}$ へ変化すると、その照射部下の下層光応答部には波長 $\lambda_1$ の光が実効的に到達しないので発光は全く起こらない。しかし、予め波長 $\lambda_{2A}$ の光を照射しなかった領域では、下層光応答部へ波長 $\lambda_1$ の光が到達するため発光が起こる。このように波長 $\lambda_{2A}$ の光による入力情報が上層光応答部に記録され、その記録情報に対応して $\lambda_1$ の光により素子の動作を制御できる。また、上層光応答部に波長 $\lambda_{2A}$ の光を照射した後、波長 $\lambda_{2B}$ の光を照射すると、その吸収極大が $\lambda_{2mB}$ から $\lambda_{2mA}$ へ再変化するので、波長 $\lambda_{2A}$ の光による入力情報は「消去」される。このように光応答部を構成する上層光応答部において $\lambda_{2A}$ と $\lambda_{2B}$ の光によって情報の「書き込み」と「消去」が可能であり、上層光応答部の吸収特性の変化に応じて下層光応答部における光誘起キャリアの発生を制御できるので、光入力情報に応じてEL発光動作が起こる。

【0032】メモリ機能を有する上層光応答部の材料としては、光イオン化又は光異性化によって可逆的に吸収特性が変化するような有機色素が用いられる。例えば、テトラアルキル-p-フェニレンジアミン誘導体及びその類縁体、ベンゾチオピラン系スピロピラン、ベンジルピオローゲン誘導体、ピレンチオインジゴ、フルギド誘導体、スチルベン誘導体などのフォトクロミック化合物などが挙げられる。また、メモリ機能を有する上層光応答部の材料として、ポリ- $\alpha$ -シアノアクリル酸エステル中に含有させたピアセチルのように、2つの波長の光

照射いわゆる2光子反応によって吸収特性が変化するものを用いてもよい。

【0033】さらに、メモリ機能を有する上層光応答部の材料として、光の照射により光透過特性が可逆的に変化する有機色素を用いてもよい。この場合、図22に示すように、波長 $\lambda_{2A}$ の光を照射することにより透過率が変化し、波長 $\lambda_{2B}$ の光を照射することにより再び元の状態に戻るような性質を有する材料が用いられる。

【0034】光透過特性が可逆的に変化する性質を有する材料としては、例えば各種色素系液晶材料、高分子系液晶材料が挙げられる。これらの液晶材料は、光が照射されるといわゆるヒートモード機構により透過率に顕著な変化が現れる。液晶材料の具体例としては、例えば、アルキルアミノビフェニル系、アルコキシアゾベンゼン系、フェニルシクロヘキサン系液晶；コレステリルメタクリレート／アルキルメタクリレート高分子液晶；ベンゼンヘキサアルカノエートのようなディスコティック液晶などが挙げられる。また、光透過特性が可逆的に変化する性質を有する材料として、ポリチオフェン、ポリピロール誘導体などの導電性高分子に、光誘起ドーパントとしてジフェニルヨードニウムパークロレート、ジフェニルヨードニウムテトラフルオロボレート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロアルセネートなどを含有させた薄膜を用いることもできる。

【0035】本発明の素子においては、光応答部に多重入力機能を付与することもできる。このような多重入力機能は、例えば異なる波長にตอบสนองする複数の光誘起キャリア発生材料を二次元パターンをなすように形成した構造又は積層した構造の光応答部を形成することにより実現できる。また、単一の光誘起キャリア発生材料の上に、異なる波長に対してフィルター機能を有する複数の材料を二次元パターンをなすように形成した構造の光応答部を用いてもよい。このようなフィルター機能を有する材料としては、メロシアン色素、スチリル系色素、アゾメチン系及びアゾ系色素、スピロピラン系色素、フェノチアジン色素、トリフェニルメタン系色素、キナクリドン顔料、キノフタロン系色素、ジチオレン錯体、 $\beta$ -ジケトン錯体、アントラキノン系色素、ナフタルイミド系色素、アゾベンゼン系色素などが挙げられる。

【0036】この場合、複数の波長の書き込み光を用い、二次元パターンに配置された吸収スペクトルの異なる複数の有機薄膜のそれぞれについて光励起注入電流を検知することにより、入力された光の波長（色）を判別するようにしてもよい。また、発光表示部は1色の光のみを発光するようにしてもよいし、複数の光応答部に対応させてそれぞれ異なる波長の光を発光する複数の発光表示部を設けてもよい。したがって、書き込み光の波長の種類と発光波長の種類との組み合わせ方によって、様々な表示動作が考えられる。例えば、赤・緑・青（RG

B)の3色の光を用いて書き込みを行い、R書き込みに対してR発光というように書き込み光の波長と発光波長とが対応するように発光表示部を設ければ、フルカラーの発光表示が可能となる。また、RGの2色の光により書き込みを行い、発光表示部はG1色のみを発光するように構成し、G書き込みに対してG発光が起こり、R書き込みに対してG発光が消去されるという回路構成を採用すれば、発光表示機能と書き込み・消去機能とを複合したEL素子を構成することもできる。

- 10 【0037】本発明においては、光応答部を構成する有機薄膜に不純物をドーブしたものをを用いてもよい。例えば、光応答部の有機薄膜にアクセプター性の不純物をドーブした場合、この有機薄膜はp型半導体として振る舞う。いま、この有機薄膜の動作を理解するために、この有機薄膜を1対の電極（正孔注入用電極 $M_H$  および電子注入用電極 $M_E$ ）で挟んだ構造を考え、図23(a)にその接合状態を示す。図23(b)に示すように、電極間に電圧を印加すると、一般の半導体と同様に正孔注入用電極 $M_H$ 側から有機薄膜中へ熱励起していた正孔が電子注入用電極 $M_E$ 側へ掃き出され、空乏化によりエネルギーバンドが曲がる（バンドベンド）。このとき正孔注入用電極 $M_H$ 近傍には電圧が印加されるが、電子注入用電極 $M_E$ 側には電圧は印加されない。すなわち、正孔は注入されるが、電子は注入されない状態になっている。なお、正孔注入用電極 $M_H$ に仕事関数の小さいものを用いて正孔注入障壁を高めておけば、印加電圧が低い場合には正孔の注入も起こらず電流が流れないようにできる。図23(c)に示すように、この状態でバンドギャップ以上のエネルギーを持つ光を照射すると、バンド間で電子と正孔とが励起される。励起した正孔は陰イオン化した不純物準位にトラップされ、不純物準位が中性化する。この結果、バンドの曲りは軽減し、電子注入用電極 $M_E$ 側にも電圧が印加され、電子が注入されるようになる。すなわち、電子注入に対する光スイッチングが可能になる。また上記とは逆に、光応答部を構成する有機薄膜にドナー性不純物をドーブしてn型半導体として振る舞うようにさせれば、正孔注入に対する光スイッチングが可能になる。

- 30 【0038】上述したようなバンドの曲りを実現するためには、光応答部における不純物濃度を制御する。厳密には、最適な不純物濃度は光応答部の膜厚および印加電圧に依存するが、おおむね以下のように計算できる。ここで、印加電圧を $V$ 、有機薄膜が空乏化する厚みを $W$ 、不純物濃度を $N_A$ 、真空の誘電率を $\epsilon_0$ 、有機薄膜の比誘電率を $\epsilon$ 、単位電荷量を $q$ とする。 $V$ は通常1ボルト以上であるので、電極間のビルトイン・ポテンシャルは無視する。このとき、

$$W \sim (2 \epsilon \epsilon_0 V / q N_A)^{1/2}$$

- 40 となる。いま、光応答部の厚みを100nm、印加電圧を10ボルト、 $\epsilon$ を5とすると、 $N_A$ は約 $2 \times 10^{18} /$



$\text{cm}^3$  となる。すなわち、10ボルトの印加電圧を電子注入用電極 $M_E$ 側に分配しないようにするには、 $10^{18}/\text{cm}^3$ 以上の不純物濃度が必要となる。実際には、ここまで厳密ではないので、不純物濃度は $10^{17}\sim 10^{19}/\text{cm}^3$ の範囲に設定される。

【0039】次に、図24のように、正孔注入用電極 $M_H$ 、正孔注入層 $O_H$ ／発光層 $O_L$ ／電子注入層 $O_E$ の3層からなる発光表示部、不純物をドーブした有機薄膜からなる光応答部、電子注入用電極 $M_E$ という構成を考える。図24(a)に示すように、電極間に電圧を印加すると、正孔が正孔注入用電極 $M_H$ から正孔注入層 $O_H$ を介して発光層 $O_L$ へ注入されるが、電子注入層 $O_E$ との正孔注入障壁によりブロックされて蓄積される。一方、図23で説明したように光応答部のバンドの曲りにより電子注入用電極 $M_E$ には電圧がほとんど印加されていないため、電子が電子注入用電極 $M_E$ から光応答部へ注入されることはない。このように発光層 $O_L$ へ電子が注入されないので、発光は生じない。図24(b)に示すように、この状態で光を照射すると、光応答部のバンドの曲りがなくなり、電子が電子注入用電極 $M_E$ から光応答部および電子注入層 $O_E$ を介して発光層 $O_L$ へ注入される。この結果、発光層 $O_L$ 中で電子と蓄積されていた正孔とが再結合して発光する。

【0040】本発明の素子では、従来の素子と比較して、以下のような効果を得ることもできる。従来の素子においては、発光輝度の経時的な低下が観測されるという問題があった。これは主として金属電極と発光層との接合部における変質劣化及びそれに伴う注入キャリア密度の低下に起因することが判明している。従来の有機EL素子では、このような変化が生じるたびに電圧を適正化して発光特性を安定化させる必要がある。このため、例えば発光効率が低くなった場合には、初期駆動時の数倍の電圧を印加しなければならず、素子寿命をさらに短くさせる原因となっていた。これに対して本発明の素子では、金属電極から光応答部を介して発光表示部へキャリアが注入される。このため、従来の素子のように金属電極と発光層との接合部における変質劣化が起こりにくく、発光特性が不安定になりにくい。

【0041】次に、本発明の素子の利用形態について説明する。本発明の素子に対する光による情報入力の方法は、光源を手にとって入力する方法と、紙などに書かれた情報を光を使って一括転写する方法とがある。いずれの場合でも、フレキシブルな基板を用いて紙のように薄くて柔軟に折り曲げることができるディスプレイとしておくことが好ましい。例えば、ライトペンを手に持って光入力する場合には、手書きに近い感触が得られ、人間工学的に適している。また、紙に書かれた情報を転写する場合にも、密着性の点で有利である。さらに、本発明の素子を他の機器の表面に貼り合わせることで、平面に限らず、球面などの曲面状のディスプレイとして用

いることもできる。このような曲面状のディスプレイでは、背景からの反射光が視線に入らなくなる。

【0042】本発明の素子は、コンピュータ、ワープロ、電子手帳などの情報処理機器とインターフェースを介して接続することができる。この場合、情報処理機器のメモリに蓄積されている情報を表示できる。逆に、光によって入力される情報を、インターフェースを介して情報処理機器のメモリに蓄積することもできる。

【0043】また、本発明の素子を上記のような情報処理機器と接続せずに、例えば光書き込み型ノートとして使用することもできる。この場合、光応答部には光安定性を示す材料が用いられる。このような利用形態では、情報を書き込むと持続的に表示され、そのまま記憶保存される。そして、電源を切るなどリセット状態にすると、情報の表示が解消される。

【0044】本発明の素子を用いて、静止画や動画情報などの高度な画像情報を入力・表示する場合には、電極をマトリックス構成とする。すなわち、下部電極を $n$ 本のストライプ形状にし、上部電極をそれに直交するように $m$ 本のストライプ形状とする。下部及び上部の電極が互いに交差する領域が、 $n \times m$ 個の画素となる。この構成で、画像情報の入力時には、検出動作をマトリックス駆動させることによって光が入力されている座標を読みとる。また、画像情報を表示する際には、駆動回路を下部電極と上部電極に加える信号を掃引するマトリックス駆動させることによって画像情報の表示を制御する。この場合、光応答部へ入力された光に関する情報を電圧変化や電流変化として、光入力検出情報および発光表示駆動情報に変換できるようにして、光検出機能と発光表示機能とを一体化することが望ましい。ただし、光検出動作に用いられる電気信号と発光表示駆動に用いられる電気信号との干渉を低減させて素子本来の十分な機能を発揮させることが望ましい。

【0045】ここで、マトリックス構成の電極を有する光入力型EL素子の一例を図25に示す。図25において、基板111上には、正孔注入用の走査線電極112、光応答部113、正孔注入層114／発光層115／電子注入層116からなる発光表示部117、および電子注入用のデータ線電極118が順次形成されている。多数の走査線電極112と多数のデータ線電極118とは互いに直交する方向に延びており、いわゆる単純マトリックスを構成している。

【0046】図26にこのようなマトリックス構成の表示パネルに適用される基本的な制御回路のブロック図を示す。表示パネル110を平面的に見ると、 $n$ 本の走査線電極 $X_i$  ( $i=1\sim n$ ) 112と $m$ 本のデータ線電極 $Y_j$  ( $j=1\sim m$ ) 118とが互いに直交する方向に延びている。走査線電極112とデータ線電極118との交点に対応する領域が1つの画素119となり、 $n \times m$ 個の画素が集積されている。図26の制御回路は、駆動

制御論理回路120、走査線駆動回路130、画像データレジスタ140、データ線駆動・光検出回路150、光検出出力回路160、光検出制御回路170を有し、以下に詳細に説明するように光検出機能と発光表示機能とが素子レベルで一体化されている。

【0047】まず、画像を表示するための動作について簡単に説明する。表示されるべき画像情報は表示方式に適するように前処理され、1フレームの画像情報がn本の走査線上にあるm個のデータ線情報、すなわちn×m個のマトリックス情報( $X_i, Y_j$ ) (ここで、 $i=1 \sim n, j=1 \sim m$ )に分割される。発光表示は、1本の走査線上の画素( $X_i, Y_{1 \sim m}$ )を同時に駆動することにより行われる。走査線を $X_1 \sim X_n$ まで順次走査することにより、全画面上の発光表示動作が行われ、1フレーム分の画像情報が表示される。

【0048】この動作を図26を参照してより具体的に説明する。駆動制御論理回路120には、画像情報に関するデータ処理を行う回路、回路全般を駆動するためのクロック及び素子の発光駆動とシステム駆動のための電源が接続される。クロック信号は分周されて、装置の各ブロックに送られる。画像情報は駆動制御論理回路120でシリアルなデジタル信号として処理され、画像データレジスタ140に送られる。画像データレジスタ140では、送られたシリアルな信号を走査線ごとのパラレルな信号に加工する。ここでは、( $X_i, Y_j$ )という形で送られた全画面の1つ1つの画素に対応するシリアル信号を、( $X_1, Y_{1 \sim m}$ )、( $X_2, Y_{1 \sim m}$ )、( $X_3, Y_{1 \sim m}$ )、 $\dots$ 、( $X_n, Y_{1 \sim m}$ )のように、1つの走査線上の全画素を1組としたパラレル信号に加工する。1フレームの全画面に対応する情報は走査線の本数分、すなわちn組のパラレル信号となる。このようにしてパラレル信号に加工された画像情報は、データ線駆動・光検出回路150の駆動信号として送られる。

【0049】データ線駆動・光検出回路150は、表示パネル110の発光表示機能を発現させるために電源との接続を制御するスイッチング素子と、表示パネル110への光入力を検出するための機能を回路的に一体化したものである。データ線駆動・光検出回路150では画像データレジスタ140から送られた各画素に対する画像信号を並列に出力し、走査線駆動回路130で選択された1つの走査線上の各画素を同時に駆動する。これにより、1つの走査線に対応する画素で発光表示が行われる。全画面に1つのフレームの画像情報を発現させるためには、上述した動作を全ての走査線について行う。すなわち、シフトレジスタ機能を内蔵した走査線駆動回路130によってn本の走査線電極112を順次選択し、選択された走査線上の画素信号に対応するパラレル情報をデータ線駆動・光検出回路150からm個の画素へ送ることによって全画面の画像情報を表示することができ

る。以上の動作を続けることによって、連続したフレーム情報を随時画面上に表示することができる。

【0050】次に、光検出動作について説明する。走査線駆動回路130で選択された1つの走査線電極( $X_i$ )の各画素( $X_i, Y_{1 \sim m}$ )に光が入力された場合には、その画素において電気信号(光検出信号)が発生する。m個の画素に対応する光検出信号は、データ線118を介してデータ線駆動・光検出回路150へ送られ、さらにパラレル信号として光検出出力回路160へ送られる。光検出出力回路160ではパラレルに送られてきた光検出信号がシリアル信号に変換され、さらに光検出制御回路170へ送られる。さらに、走査線駆動回路130により、表示パネル110上の走査線電極112を順次選択することにより、表示パネル110上に入力された光のパターンに対する情報を取り込むことができる。光検出制御回路170に送られた光検出信号は、画像情報として駆動制御論理回路120へ送られ、素子の駆動信号として用いられる。このようにして検出された光入力情報を画像情報として出力することができる。

また、必要に応じて、光検出制御回路170から他の情報処理システムへ、光検出情報として出力することができる。

【0051】以上のような光検出機能と発光表示機能とを一体化した制御回路においては、EL素子に用いる光応答部の特性や、発光表示機能と光検出機能とを発現するタイミングに応じて、具体的には様々な回路構成が考えられる。例えば、光応答部で光起電流や光起電力を検出するタイプの場合には、発光表示と光検出とが同時に行われるため、走査線ごとに画素( $X_i, Y_{1 \sim m}$ )の発光表示動作と光検出動作を行う。また、発光表示機能と光検出機能とを交互に発現させる場合(レフレックス型)には、走査線ごとに発光表示と光検出を交互に行ってもよいし、1フレームの画像情報を発光表示した後、全画素または特定の範囲の画素に対して光検出を行ってもよい。

【0052】なお、EL素子と制御回路とは同一の基板上に形成してもよいし、別々の基板上に形成してもよい。また、制御回路を構成する各種の回路についても同一の基板上に形成してもよいし、別々の基板上に形成してもよい。

【0053】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0054】実施例1

図1に本実施例の素子を示す。厚み100 $\mu$ mのポリエステル樹脂基板11上に、ITOからなる膜厚500nmの正孔注入用電極12、及びトリニトロフルオレノン(TNF)をドーブしたポリビニルカルバゾール(PVK)からなる膜厚300nmの光応答部13が順次形成されている。光応答部13上に、テトラキス(ジフェニ

ルアミノフェニル) エタンからなる膜厚100nmの正孔注入層14、トリス(8-ヒドロキシキノリン) アルミニウム(以下、Alq<sub>3</sub>と記す)からなる膜厚30nmの発光層15、及び1, 3, 5-トリ(4-tert-ブチルフェニルオキサジアゾリル) ベンゼンからなる膜厚100nmの電子注入層16が順次形成されている。これらの正孔注入層14、発光層15及び電子注入層16により発光表示部17が構成されている。発光表示部17を構成する電子注入層16上にMg-Agからなる膜厚200nmの電子注入用電極18が形成され、さらにその上にポリエチレン樹脂からなる保護膜19が形成されている。

【0055】光応答部13に用いられているTNFをドープしたPVKは、半導体LEDや半導体レーザーから照射される所定の波長域の光を吸収すると正孔に対する抵抗率 $\rho$ が大きく変化する性質を有する。具体的には、 $\rho$ は、暗時には $10^{-10} \Omega \cdot \text{cm}$ であるが、光照射時には $10^{-5} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ に増加する。

【0056】発光表示部17を構成する各層の接合状態は以下の通りである。電子注入用電極18と電子注入層16との間には、電子注入性の接合が形成される。電子注入層16と発光層15との間には、電子注入性かつ正孔ブロッキング性の接合が形成される。一方、正孔注入用電極12と正孔注入層14との間には、正孔注入性の接合が形成される。正孔注入層14と発光層15との間には、正孔注入性かつ電子ブロッキング性の接合が形成される。

【0057】この素子の動作を図2(a)～(c)を参照して時系列的に説明する。それぞれ、図2(a)は電極間に印加する電圧の変化、同図(b)は電極間に流れる電流の変化、同図(c)は発光輝度の変化を示す図である。

【0058】電子注入用電極18と正孔注入用電極12との間に電圧を印加していない状態では、発光は生じない。ここで、電子注入用電極18と正孔注入用電極12との間に、電子注入用電極18が負になるように、10Vのバイアス電圧を印加する(順方向バイアス)。光応答部13に光を照射していない状態では、光応答部13の電気伝導度が低いので、正孔注入用電極12から光応答部13へ正孔がほとんど注入されない。このため、発光表示部17に有効な電圧が印加されず、発光は生じな

い。一方、光応答部13に強い光を照射すると(光入力オン)、光応答部13の電気伝導度が増加し、正孔注入用電極12から光応答部13へ正孔が注入される。このため、発光表示部17に電極間の印加電圧にほぼ等しい約10Vの電圧が印加される。この結果、電子が電子注入用電極18から電子注入層16を介して発光層15へ注入され、正孔が正孔注入用電極12から光応答部13及び正孔注入層14を介して発光層15へ注入され、発光層15において電子と正孔とが再結合して発光する。

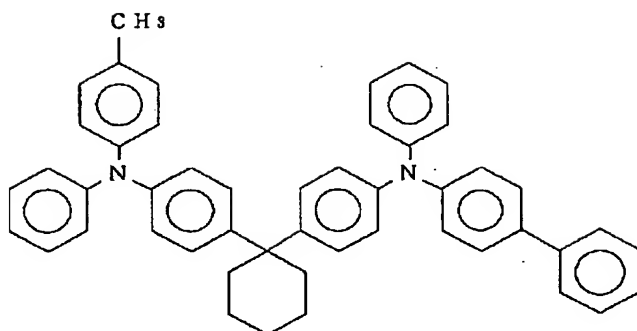
10 【0059】また、図3に示すような回路構成を採用すれば、電極間を流れる電流密度が変化することを利用して、光入力の有無を検出することができる。図3に示すように、駆動部20は駆動回路21と検出回路22とが直列に接続された構成となっている。検出回路は、電流増幅器とレベルコンパレータとからなっている。いま、発光表示が起こる程度にまで電流密度が増加すると、検出回路22を構成する電流増幅器の出力電圧が上昇する。この出力電圧が、レベルコンパレータにて設定したしきい値を超えると、レベルコンパレータの出力がオンになり、光が照射されたことを電気的に検出できる。したがって、電極マトリックスを構成しておけば、このような回路を利用して光が入力された座標位置のアドレス情報を得ることができる。

#### 【0060】実施例2

図4に本実施例の素子を示す。ガラス基板31上にITOからなる正孔注入用電極32がパターン化されて形成されている。正孔注入用電極32上には、化1で示されるトリフェニルアミン誘導体(TPA-2)からなる膜厚50nmの正孔注入層33、化2で示されるテトラフェニルペンタジエン誘導体(TPCyP)からなる膜厚50nmの発光層34、化3で示されるp-ジフェノキノン誘導体(DPQ-1)からなる膜厚30nmの電子注入層35が順次積層されている。これらの3層の有機薄膜により発光表示部36が形成されている。この発光表示部36上に、真空蒸着法により、Cu・TCNQからなる膜厚100nmの光応答部37が形成されている。さらに、光応答部37上に半透明のAlからなる電子注入用電極38が形成されている。

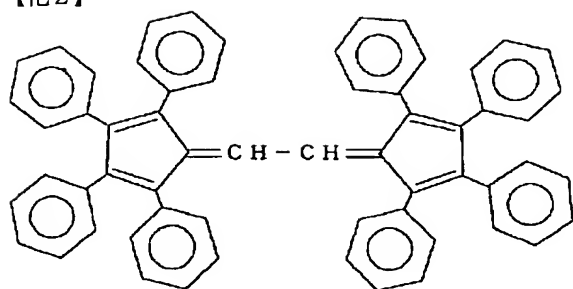
#### 【0061】

40 【化1】



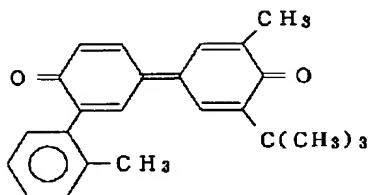
【0062】

【化2】



【0063】

【化3】



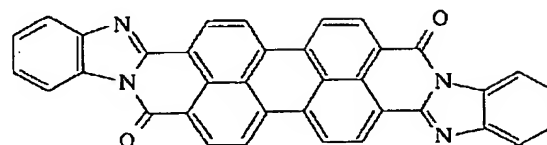
この素子に12Vの直流バイアスを印加したが、発光は観測されなかった。さらに、この素子に12Vの直流バイアスを印加した状態で、Arイオンレーザーから波長514.5nm、スポットサイズ2μm、強度5μW以上のレーザー光を照射すると、発光層34から青緑色の発光が観測された。このようにしきい値以上の強度の光を入力することによって発光動作が起こることが確認された。

## 【0064】実施例3

図4に示す実施例2の素子とほぼ同様な構成を有するが、発光層34がAlq<sub>3</sub>（膜厚30nm）からなり、光応答部37が真空蒸着法により形成された化4で示されるペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボンジイミド誘導体（膜厚100nm）からなり、電子注入用電極38が半透明のMg-Agからなる素子を作製した。

【0065】

【化4】



光応答部を構成するペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボンジイミド誘導体を用いて、p-Si/SiO<sub>2</sub>/有機薄膜/金属電極という構造のMOS型素子を作製し、三角波電圧を印加して変位電流特性を測定した。その結果、450~580nmの光を照射するとはじめて、金属電極から有機薄膜への電子注入が起こることが確認された。

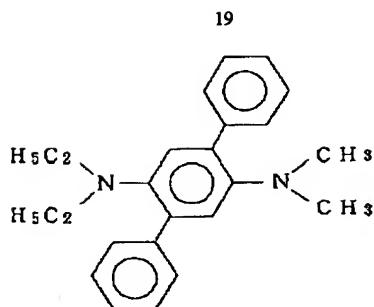
【0066】この素子に、10Vの直流バイアスを印加した状態で、Arイオンレーザーから波長488nm、スポットサイズ2μm、強度5μWのレーザー光を照射すると、波長530nmにピークを持つ発光が観測された。一方、レーザー未照射部からの発光は認められなかった。

## 30 【0067】実施例4

図5に本実施例の素子を示す。ポリカーボネートフィルム基板41上にITOからなる正孔注入用電極42がパターン化されて形成されている。正孔注入用電極42上には、トリフェニルアミン誘導体（TPA-2）からなる膜厚50nmの正孔注入層43、Alq<sub>3</sub>からなる膜厚30nmの発光層44、p-ジフェノキノン誘導体（DPQ-1）からなる膜厚30nmの電子注入層45が順次形成されている。これらの3層の有機薄膜により発光表示部46が形成されている。この発光表示部46上に、真空蒸着法により銅・テトラシアノナフトキノジメタン錯体（Cu・TNAP）からなる膜厚30nmの下層光応答部47が形成されている。この下層光応答部47上に、半透明のAlからなる電子注入用電極48がパターン化されて形成されている。さらに、真空蒸着法により有機フォトリソグ材料である化5で示されるp-フェニレンジアミン誘導体からなる膜厚140nmの上層光応答部49が形成されている。

【0068】

【化5】



下層光応答部47を構成するCu・TNAPは488nm付近に吸収ピークを有する。一方、上層光応答部49を構成するp-フェニレンジアミン誘導体の吸収特性は以下の通りである。光を照射しないときには、400nm近傍から500nmまで大きな吸収の裾を示す。400nmの光を照射しつづけると、550~600nmに大きな吸収ピークを示す吸収特性に変化し、488nm付近の吸収は著しく小さくなる。

【0069】光応答部に用いられた有機化合物について、p-Si/SiO<sub>2</sub>/有機薄膜/金属電極という構造のMOS型素子を作製し、変位電流特性を調べた。有機薄膜としてCu・TNAPのみを用いた場合、負バイアスを印加した状態で488nmの光を照射すると、キャリア注入による大きな変位電流変化が起こる。しかし、有機薄膜としてCu・TNAP及びp-フェニレンジアミン誘導体の積層体を用いた場合、正負いずれのバイアスを印加した状態でも、488nmの光の照射によって変位電流変化は観測されず、有機薄膜とSiO<sub>2</sub>膜との合成容量から見積もられる一定の電流しか流れなかった。一方、この2層構造の膜に対して、400nmの第1の光を照射し、かつ第1の光の照射部に488nmの第2の光を照射した場合には、Cu・TNAP単層の場合とほぼ同様のキャリア注入特性を示した。

【0070】これらのことから、p-フェニレンジアミン誘導体の膜に第1及び第2の光を同時に照射すると、第1の光によってその吸収特性が変化して第2の光を吸収しなくなる結果、第2の光がCu・TNAPまで達し、Cu・TNAPが活性化されることがわかった。

【0071】本実施例の素子に直流バイアスを印加した状態で、第1及び第2の光を同時に照射すると、照射部からのみ黄緑の発光が生じた。一方、580nmの光を照射すると、第2の光を照射しても、発光は起こらなかった。

#### 【0072】実施例5

図6に本実施例の素子を示す。ガラス基板51上にITOからなる正孔注入用電極52が形成されている。この正孔注入用電極52上に、トリフェニルアミン誘導体からなる膜厚50nmの正孔注入層53、及びAlq<sub>3</sub>からなる膜厚50nmの発光層54が順次形成されている。これらの2層の有機薄膜により発光表示部55が形成されている。この発光表示部55上に、Cu・TNAPからなる膜厚50nmの下層光応答部56、クロムか

らなる電子注入用電極57、及び有機フォトクロミック材料であるアゾベンゼンコレステリルからなる膜厚100nmの上層光応答部58が順次形成されている。Cu・TNAPは、光の照射によりキャリアを発生する特性を有する。アゾベンゼンコレステリルは、光の照射により透過率が変化する特性を有する。

【0073】この素子に、15Vの直流バイアスを印加しながら、半導体レーザーから800nmのレーザー光をパターン状に照射すると、その軌跡の部分で黄緑色の発光が観測された。一方、光未照射部においては、何ら発光現象は認められなかった。次に、別の半導体レーザーから730nmのレーザー光を照射した後、800nmのレーザー光を照射したところ、照射部、未照射部ともに発光は観測されなかった。さらに、別の半導体レーザーから860nmのレーザー光を照射した後、800nmのレーザー光を照射したところ、再び発光が観測された。

【0074】すなわち、本実施例の素子では、860nmのレーザー光で情報を書き込み、800nmのレーザー光を用いて入力情報に対応する動作を起こさせることができる。一方、730nmの光を照射することにより、入力情報を消去することができる。

#### 【0075】実施例6

図7に本実施例の素子を示す。ガラス基板61上に、ITOからなる正孔注入用電極62がパターン化されて形成されている。この上に、トリフェニルアミン誘導体(TPA-2)からなる膜厚50nmの正孔注入層63、Alq<sub>3</sub>からなる膜厚50nmの発光層64、p-ジフェノキノン誘導体(DPQ-1)からなる膜厚30nmの電子注入層65が順次形成されている。これらの3層の有機薄膜により発光表示部66が形成されている。この発光表示部66上に、それぞれ50nmの膜厚で、Cu・TCNQからなる第1の光応答部67、テトラ(4-ピリジル)ポルフィリンからなる第2の光応答部68、及びペリレン-3,4,9,10-テトラカルボン酸ジイミド誘導体からなる第3の光応答部69が、400μm×400μmの画素としてパターン化されて形成されている。図8に示すように、各画素の上に半透明のAlからなる電子注入用電極70が形成されている。

【0076】この素子に、20Vの直流電圧を印加した状態で、それぞれ異なる波長を有する3つの光(λ<sub>1</sub>=510nm、λ<sub>2</sub>=650nm、λ<sub>3</sub>=900nm)を照射した。λ<sub>1</sub>の光を照射した場合には、第1及び第3の光応答部67、69の画素パターンの下で発光が観測された。λ<sub>2</sub>の光を照射した場合には、第1及び第2の光応答部67、68の画素パターンの下で発光が観測された。λ<sub>3</sub>の光を照射した場合には、第1の光応答部67の画素パターンの下でのみ発光が観測された。このように多重入力の実現できることが確認された。

## 【0077】実施例7

図9に本実施例におけるレフレックス型の素子を示す。厚み100 $\mu$ mのポリエステル樹脂基板71上に、ITOからなる膜厚500nmの正孔注入用電極72が形成されている。この正孔注入用電極72上に、Cuフタロシアニンからなる膜厚50nmの光応答部を兼ねる正孔注入層73が形成されている。Cuフタロシアニンは、光を吸収すると、電子と正孔とを発生する性質を有する。さらに、テトラキス(ジフェニルアミノフェニル)エタンからなる膜厚100nmの正孔注入層74、Alq<sub>3</sub>からなる膜厚30nmの発光層75、及び1,3,5-トリ(4-tert-ブチルフェニル)オキサジアゾールベンゼンからなる膜厚100nmの電子注入層76が順次形成されている。これらの光応答部を兼ねる正孔注入層73、正孔注入層74、発光層75及び電子注入層76により発光表示部77が構成されている。発光表示部77を構成する電子注入層76上に、Mg-Agからなる膜厚200nmの電子注入用電極78が形成されている。さらに、電子注入用電極78上に、ポリエチレンからなる保護膜79が形成されている。

【0078】発光表示部77を構成する各層の接合状態は以下の通りである。電子注入用電極78と電子注入層76との間には、電子注入性の接合が形成される。電子注入層76と発光層75との間には、電子注入性かつ正孔ブロッキング性の接合が形成される。一方、正孔注入用電極72と正孔注入層74との間には、正孔注入性の接合が形成される。正孔注入層74と発光層75との間には、正孔注入性かつ電子ブロッキング性の接合が形成される。

【0079】この素子に電子注入用電極78が負になるようなある値以上の電圧を印加すると電流が流れ、そのときの電流に比例する強度の発光が生じる。このような順方向バイアスで電流が流れる電圧を $V_{ON}$ 、電流が流れない電圧を $V_{OFF}$ とする。 $V_{ON}$ と $V_{OFF}$ との間で印加電圧を制御すれば、発光表示のオン、オフを制御できる。いま、図10(a)に示すように、光が入力されると入力光強度に比例して光応答部として作用する有機薄膜(光応答部を兼ねる正孔注入層73)内部で電子と正孔とが発生する。このとき、図10(b)に示すように、逆方向バイアスを印加すると、光起電流が外部へ流れる。したがって、逆方向バイアス時に光起電流を検出することにより、光入力のオン、オフを判断できる。

【0080】本実施例の素子においては、光が入力されたときにそれを検出して発光を生じさせるための駆動部が設けられている。この駆動部について図11を参照して説明する。駆動部は、発光動作を制御する駆動回路と、光入力を検出する検出回路とからなっている。発振器101からは、所定の発振周波数の交流方形波パルス電圧が出力される。発振器101の出力は、駆動パルス増幅器102へ入力され、ゲイン可変差動増幅器103

により $V_{ON}$ 及び $V_{OFF}$ の2つのパルスを出力できるが、通常は $V_{OFF}$ の駆動パルス電圧が出力される。また、発振器101の出力は、インバーター104により位相が180°ずらされて検出パルス増幅器105へ入力され、出力電圧が $+V_P$ となるように増幅される。これらの駆動パルス電圧及び検出パルス電圧はそれぞれ駆動増幅器106の一端及び+側へ入力されて波形合成される。駆動増幅器106は、これと直列に接続された検出回路を介して本実施例の光入力型有機EL素子の正孔注入用電極72に接続されている。検出回路は、ダイオード回路107、電流増幅器108、レベルコンパレータ109からなっている。駆動増幅器106からの駆動用電流はダイオード回路107を介して素子へ流れるが、素子で発生した光起電流はダイオード回路107を介して検出回路へ流れる。素子に光が入力して光起電流が流れると、電流増幅器108の出力電圧が変化する。出力電圧がレベルコンパレータ109で設定したしきい値 $V_{th}$ を超えると、レベルコンパレータ109の出力がオンになる。これによって、ゲイン可変差動増幅器103の増幅率が上昇し、駆動パルスの出力レベルが $V_{OFF}$ から $V_{ON}$ へ変化し、発光が生じる。このときの電圧-電流変化を図12に示す。

【0081】本実施例の素子の動作を図13を参照して時系列的に説明する。素子の電極間には、 $V_{OFF}$ と $-V_P$ のパルスが交互に印加される。このとき素子には電流が流れず、発光も生じない。素子に光が照射されると、 $-V_P$ のパルス中に素子から光起電流が流れる。この光起電流が検出回路によって検出され、駆動回路の出力電圧レベルを $V_{ON}$ へ変化させる。そして、 $V_{ON}$ パルス中に素子に順方向電流が流れるため、発光が生じる。光入力が続いている間、 $-V_P$ パルス毎に光起電流が検出され、駆動パルス電圧が $V_{ON}$ に維持される。光入力がオフになると、駆動パルス電圧は $V_{OFF}$ に戻り、発光も停止する。

【0082】なお、駆動部を構成する検出回路とゲイン可変差動増幅器との間に、フリップフロップを挿入すれば、光入力がオンになって発光が生じた後、光入力をオフしても発光が持続し、入力された情報が表示され続ける。この表示は、フリップフロップにリセット信号を与えるか、再度光を入力することにより停止する。

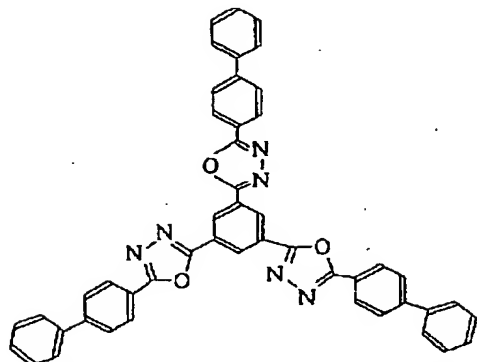
## 【0083】実施例8

本実施例の素子は図4に示す実施例2の素子とほぼ同様の構成を有する。ただし、各有機薄膜には以下のような材料が用いられている。すなわち、正孔注入層33は化6で示される有機分子、発光層34はAlq<sub>3</sub>、電子注入層35はオキサジアゾール誘導体、さらに光応答部37はジシアノジクロロキノジメタン(DDQ)がドーブされた銅フタロシアニン(CuPc)からなっている。光応答部37は真空蒸着法で分子ビーム密度を制御してCuPcおよびDDQを共蒸着することにより作製さ

れ、DDQが $\sim 10^{18}/\text{cm}^3$ の濃度にドーピングされている。

【0084】

【化6】



この素子は、図24に示した原理により動作する。この素子に15Vの電圧を印加しただけでは発光は観測されなかった。次に、この素子に15Vの電圧を印加した状態で赤色半導体レーザーから650nmの光を照射すると、Alq<sub>3</sub>からの黄緑色の発光が観測された。また、光照射を止めると発光も停止した。

【0085】次いで、以下の実施例では電極をマトリックス構成とした本発明に係る光入力型有機EL素子について説明する。

【0086】実施例9

実施例7で説明したレフレックス型の素子は、順方向バイアスで発光表示を行い、逆方向バイアスで光起電流を検出するため、2つの動作時に印加される電圧の極性を反転させる必要がある。本実施例においては、クロッキングによって2つの電源からの入力をスイッチングして印加電圧の極性を変化させながら、マトリックス駆動する。

【0087】図27に本実施例の素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路(図26中の150)の回路図を示す。このデータ線駆動回路・光検出回路においては、各々のデータ線電極200にそれぞれ発光表示駆動用のスイッチング素子201と光検出用のスイッチング素子202が接続されている。発光表示駆動用のスイッチング素子201は、ソースが駆動用電源と接続され、ゲートがデータ線アドレス信号206の出力と接続されており、画像データレジスタ(図26中の140)から送られるデータ線アドレス信号206に応じてドレインに接続されたデータ線電極200に駆動電流が送られる。光検出用のスイッチング素子202はソースがデータ線電極200に接続され、ドレインが検出信号増幅回路203を介して駆動用電源に接続されている。また、スイッチングはゲート電極に接続された光検出用信号205によって行われる。発光表示と光検出は、信号の干渉を避けるために、以下のようにそれぞれ異なるタイミングで行われる。

【0088】発光表示動作は、データ線アドレス信号206によって、スイッチング素子201をオン状態にし、画像データレジスタ(140)に蓄積された1つの走査線電極上の画素に対応するデータ線入力信号を送ることにより行われる。このとき、駆動用電源は正バイアス側出力の電源にスイッチングされている。光検出用のスイッチング素子202はオフ状態であるので、光入力信号増幅回路203およびレベルコンパレータ204へは電流は流れ込まない。図では走査線を省略しているが、走査線駆動回路(図26中の130)により選択された走査線Xi上の画素(Xi, Y1~m)の発光表示が行われる。走査線をX1からXnまでシフトさせることによって全画面の発光表示が達成される。

【0089】光検出動作は発光表示動作の後に行われる。データ線アドレス信号206の出力が終わり、発光表示駆動用のスイッチング素子201がオフになった後、負バイアス側の電源にスイッチングすることにより、駆動電圧の反転が行われる。これとともに光検出用信号205が入力され、光検出用のスイッチング素子202がオンとなり、検出動作が行われる。発光表示動作と同様に走査線をX1からXnまでシフトさせることによって全画面で入力された光が検出される。該当する画素に光入力があった場合には、検出された光電流がスイッチング素子202を介して光入力信号増幅回路203に送られる。増幅回路203で増幅された光入力信号はレベルコンパレータ204で基準信号V<sub>th</sub>と比較され、光入力を確認された時点で光入力オン信号207を発する。光入力オン信号207は光検出出力回路(図26の160)に送られてシリアル信号処理を施されて光検出制御回路(図26の170)に送られる。光入力情報は光検出制御回路(170)から駆動制御論理(図26の120)へ送られて発光表示出力に用いられるとともに、他の情報機器へ出力される。

【0090】なお、各列に対応して1つずつの電源回路を設けても差し支えない。この場合、駆動用および光検出用のスイッチング素子の部分を簡略化することができる。また、上述した動作タイミングについては、1フレームの発光表示の後に全画面の光検出を行ってもよいし、1つの走査線の発光表示の後に直ちにその走査線上の光検出を行ってもよい。

【0091】実施例10

実施例1で説明した素子は、光入力によって素子の発光しきい値電圧が変化することによって発光表示動作がなされる。一方、光入力がないときには印加された電圧では電流が流れず発光が起こらない。この場合、光入力に伴う発光に付随する素子への注入電流を検出することにより光入力を検出できる。すなわち、このような素子では光検出動作と発光表示動作とを同時に行いながらマトリックス駆動する。

【0092】図28に本実施例の素子に用いられるデー



タ線駆動・光検出回路（150）の回路図を示す。発光表示駆動用のスイッチング素子211は、ドレインがデータ線電極200に接続され、ソースが電流検出・増幅回路212を介して駆動用電源に接続されている。スイッチングはゲートに接続されているデータ線アドレス信号215によって行われる。光入力に伴って発光表示がなされると、素子への注入電流が電流検出・増幅回路212によって観測される。この注入電流値は電流検出・増幅回路212で増幅された後、レベルコンパレータ213によって基準信号 $V_{th}$ と比較判断され、光入力オン信号214としてパラレルに光検出出力回路（160）に送られる。入力されたパラレル信号は光検出出力回路（160）でシリアル信号処理が施され、光検出制御回路（170）へ送られる。

#### 【0093】実施例11

実施例6で説明した多重入力機能を有する素子に対してマトリックス駆動する例について説明する。図7に示す素子は、光応答部がCu・TCNQ（第1の光応答部）、テトラ（4-ピリジル）ポルフィリン（第2の光応答部）およびペリレン-3, 4, 9, 10-テトラカルボン酸ジイミド誘導体（第3の光応答部）の3つの領域からなっており、20ボルトの電圧を印加した状態で、それぞれ $\lambda_1 = 510\text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 650\text{ nm}$ 、 $\lambda_3 = 900\text{ nm}$ の3種の光を照射して発光表示動作を行うと、素子への注入電流が変化する。本実施例ではこの現象を利用して照射光の種類を判別しつつマトリックス駆動を行う。

【0094】図29に本実施例の素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路（150）の回路図を示す。発光表示駆動用のスイッチング素子221は、ドレインがデータ線電極200に接続され、ソースが電流検出・増幅回路222を介して駆動用電源に接続されている。スイッチングはゲートに接続されているデータ線アドレス信号225によって行われる。3種の光のうちいずれかの光入力に伴って発光表示がなされると、照射光に対応する素子への注入電流が電流検出・増幅回路222によって観測される。この注入電流値は電流検出・増幅回路222で増幅された後、A/Dコンバータ223によってデジタルな光入力オン信号224としてパラレルに光検出出力回路（160）に送られる。入力されたデジタルなパラレル信号は光検出出力回路（160）でデジタルなシリアル信号に変換され、光検出制御回路（170）へ送られる。入力されたデジタル信号は光検出制御回路（170）により素子に流れる電流量として判断され、照射光の種類を判別することができる。このようにして表示パネルにおける多重光入力および照射光の判断が可能になる。

#### 【0095】実施例12

光入力によって素子の光応答部の光伝導性が変化して低抵抗状態になり、この低抵抗状態が保持される不揮発性

のメモリ機能を有する素子をマトリックス駆動する例について説明する。本実施例においては、光応答部が光照射だけでなく電圧印加によっても電導度が低下するCu・TCNQからなっている素子を用いている。

【0096】図30に本実施例の素子に用いられる走査線駆動回路（図26中の130）の回路図を、図31にデータ線駆動・光検出回路（150）の回路図をそれぞれ示す。

【0097】まず、光入力動作について説明する。光入力を行う場合は、全ての走査線スイッチング素子301、及び全てのデータ線スイッチング素子231をオン状態にして、全画素に低い印加電圧（以下、 $V_1$ ）を駆動用電源から加える。 $V_1$ は光応答部が低抵抗状態のときに画素を発光駆動させることができる電圧であり、本実施例では10ボルトとしている。この状態で光入力すると、対応する光応答部は低抵抗状態に相転移し、その結果 $V_1$ の印加に伴う発光表示動作を発現する。発光表示動作は $V_1$ の電圧を印加を続ける限り持続する。また、光入力に対するメモリ機能は不揮発性であるため、 $V_1$ 印加を中止しても持続する。メモリ消去を行わない限り、再度 $V_1$ を印加することによりメモリした情報の発光表示を行うことができる。

【0098】次に、光検出動作について説明する。光検出は、印加電圧 $V_1$ で各画素のアドレッシングを行うことによって実現できる。アドレッシングは走査線駆動回路（図26中の130）からの走査線アドレス信号305により1つの走査線電極（ $X_i$ ）を選択し、選択された走査線電極上の画素（ $X_i, Y_{1\sim m}$ ）についてデータ線駆動回路（図26中の150）を用いて同時に電圧を印加することにより行う。走査線電極300を次々に選択することによって、表示パネルの全画素をアドレッシングすることができる。上述したように光入力された画素では光応答部が低抵抗状態にあるため、発光とともに画素に電流が流れる。この電流は電流検出・増幅回路232で検出され、レベルコンパレータ233で $V_{th}$ と比較される。この比較の結果、画素の発光が判断されたら、光入力オン信号237がパラレルに光検出出力回路（図26の160）へ出力される。パラレルに入力された光入力オン信号237は光検出出力回路（160）によりシリアル信号に変換されて光検出制御回路（図26の170）へ送られる。これらの情報は光検出制御回路（170）に蓄積され、画像表示に用いられるか、外部機器に出力される。

【0099】次に、画像表示動作について説明する。素子の光応答部は高抵抗状態にあるため、素子を発光させるためには、 $V_1$ に比べて大きな電圧（ $V_2$ ）が必要となる。本実施例では $V_2$ を25ボルトに設定している。画像表示は、パネルの画素に対して $V_2$ を用いて、走査電極駆動回路（130）により走査線電極（300）を順次選択し、同時にデータ線駆動回路（150）により



選択された走査電極(300)上の画素に画像信号を加えることにより行う。画像情報をいったん書き込むと、発光表示状態にある画素の光応答部は低抵抗状態になるので、全画素にV<sub>1</sub>を印加し続けることにより発光表示動作を維持することができる。

【0100】最後に、メモリ情報の消去動作について説明する。消去動作には、素子の光応答部のメモリ効果を消去できるエネルギーを印加すればよい。本実施例では逆バイアス印加によってメモリ情報の消去を行う。具体的には、走査線駆動回路(130)に消去用のスイッチング素子302を設けて消去信号303を入力するようにし、データ線駆動・光検出回路(150)に消去用のスイッチング素子234を設けて消去信号236を入力するようにしている。これらのスイッチング素子の駆動により、全ての画素に対して逆バイアスが印加されることになり、メモリされている画像情報は全て消去される。なお、消去のための信号として、消去効果のある光を照射してもよい。

【0101】以上のように、本実施例に係るEL素子はメモリ機能を有するため、画像入力、光検出、メモリ消去などの動作を任意のタイミングで行うことができ、動画面表示や様々な画像表示が可能になる。

#### 【0102】実施例13

多重入力が可能な光応答部を構成する複数の有機薄膜領域に対応して電極を設けた素子をマトリックス駆動する例について説明する。

【0103】図32に本実施例において用いられる素子を示す。ガラス基板351上に、ITOからなる正孔注入用電極(走査線電極)352がストライプ状にパターン化されて形成されている。この上に、トリフェニルアミン誘導体からなる正孔注入層353、Alq<sub>3</sub>からなる発光層354、オキサジアゾール誘導体からなる電子注入層355が順次形成されている。これらの3層の有機薄膜により発光表示部356が形成されている。この発光表示部356上に、カルバジン誘導体からなる赤色光応答部357およびクマリン系色素(クマリン334; 2, 3, 5, 6-1H, 4H-テトラヒドロ-9-アセチルキノリジノー<9, 9a, 1-gh>クマリン; クマリン521)からなる青色光応答部358が正孔注入用電極(走査線電極)352に直交するようにストライプ状にパターン化されて形成され、これらの光応答部357、358に対応してそれぞれMg-Agからなる電子注入用電極(データ線電極)359、360がパターン化されて形成されている。光(赤および青)はガラス基板351側から入力され、発光表示部356は緑色1色を発光できる。

【0104】図33にこの素子からなる表示パネル350の平面図を、図34にこの表示パネルの画素を拡大した平面図を示す。これらの図に示されるように、m本の走査線電極352と、2n本のデータ線電極359、3

60により、m×n個の画素が形成されている。また、奇数番目および偶数番目のデータ線電極359、360が赤色および青色の光応答部357、358にそれぞれ対応している。

【0105】図35に本実施例の素子に用いられるデータ線駆動回路(図33中の380)の回路図を示す。この場合、青色光応答部も赤色光応答部も独立した画素としてマトリックス駆動される。これまでの実施例の回路と同様に発光表示駆動用のスイッチング素子401のスイッチングはデータ線アドレス信号405によって行われる。光入力に伴って発光表示がなされると、素子への注入電流が電流検出・増幅回路402によって観測される。この注入電流値は電流検出・増幅回路402で増幅された後、識別回路403により入力状態が判断される。識別回路403の出力は、2ビットのデジタル信号となる。すなわち、全く入力がないとき00、赤色入力のとき01、青色入力のとき10、同時入力のとき11となる。この信号が色判別回路404へ送られ、さらにこれまでの実施例の回路と同様に後段の回路へ送られる。このようにして2色の多重入力による発光表示をマトリックス駆動することができる。なお、青色画素および赤色画素からの信号をそのまま情報機器へ送り、情報機器側でデータアドレスに応じてソフト的に青か赤かを判別する方法を用いてもよい。

【0106】なお、光応答部に用いられる2種の材料は光吸収スペクトルの一部分が互いに重複する場合が多い。例えば、青色光入力に対して青色光応答部だけでなく赤色光応答部も応答してそれぞれの領域で緑色発光が起こるが、赤色光入力に対しては赤色光応答部のみが応答してその領域のみで緑色発光が起こるような例が考えられる。この場合、赤色光入力を判断して、先に青色光入力によって発光状態にあった領域を消去するような回路構成を採用してもよい。すなわち、赤色光入力の後、瞬時に画素に対する駆動がオフされ、表示が消去されるようにする。このようにして、青色入力、赤色消去という多重入力の特徴を生かした書き込み動作が可能になる。

#### 【0107】実施例14

実施例13と同様な素子構造を有するが、中間色の入力光の判別が可能な素子の例について説明する。この素子は、青色光応答部にクマリン系色素(クマリン153; 2, 3, 5, 6-1H-テトラヒドロ-8-トリフルオロメチルキノリジノー<9, 9a, 1-gh>クマリン)、赤色光応答部に銅フタロシアニンをを用いた以外は図32の素子と同様の構造を有する。図36にこれらの材料の光吸収スペクトルを示す。この図のようにこれらの色素は広い波長範囲にわたって吸収を持つ。

【0108】このような素子は、青色または赤色の光入力に対しては、2つの光応答部のいずれか一方でしか光励起電流が発生しない。しかし、中間色である緑色や黄

色の光に対しては、2つの光応答部とも同時に光励起電流を生じる。

【0109】図37に本実施例の素子に用いられる走査線駆動回路(図33中の380)の回路図を示す。発光表示駆動用のスイッチング素子411のスイッチングはデータ線アドレス信号415によって行われる。光入力に伴って発光表示がなされると、素子への注入電流が電流検出・増幅回路412によって観測され、増幅された後、除算回路413へ送られる。この除算回路413では、赤色光応答部に対応する発光表示部の電流値が青色光応答部に対応する発光表示部の電流値で除される。図38に入力光の波長と除算回路413の出力との関係を示す。この出力がA/Dコンバータ414へ送られ、さらに後段の回路へ送られる。このようにして可視域での入力光をほぼ全て判別することができる。

【0110】さらに、光応答部の種類を増やすことにより、中間色の認識精度を向上させることができる。例えば、上記の構成に加えてさらに主に緑色に応答する光応答部の領域を形成する。そして、図39に示すような走査線駆動回路によりマトリックス駆動する。この場合、RGB各色の光応答部に対応して3つの電流検出・増幅回路422が設けられており、赤色光応答部側および青色光応答部側に2つの色判別回路423が設けられている。そして、緑色光応答部に対応する発光表示部で発生した電流は電流検出・増幅回路422によって増幅された後、光入力信号分割回路426を経て2つの色判別回路423へ送られる。このような回路構成では、図37の場合に比べて光検出過程は多少複雑になるが、中間色の認識精度が向上する。さらに、光応答部に用いる材料の選択、光入力検出・増幅回路の増幅率の調整により、中間色の選択能力を向上させることができる。

#### 【0111】実施例15

RGBの3色の光に応答する3つの光応答部と、各光応答部に対応してそれぞれRGBの色を発光する3つの発光表示部を設けた素子をマトリックス駆動して多色入力・多色表示を可能にする例について説明する。

【0112】この素子の発光表示部は、ガラス基板上の正孔注入用電極上に、トリフェニルアミン誘導体からなる正孔注入層が3つの発光表示部に共通に設けられ、その上にペリレン誘導体からなる赤色発光層、Alq<sub>3</sub>からなる緑色発光層、およびペンタフェニルシクロペンタジエンからなる青色発光層がパターン化されて設けられ、その上にオキサジアゾール誘導体からなる電子注入層が3つの発光表示部に共通に設けられている。その上に、クマリン系色素(クマリン334; 2, 3, 5, 6-1H, 4H-テトラヒドロ-9-アセチルキノリジノ<9, 9a, 1-g h>クマリン; クマリン521)からなる青色光応答部、フェノキサジン誘導体からなる緑色光応答部、およびカルバジン誘導体からなる赤色光応答部がパターン化されて形成されている。さらに、そ

の上に各光応答部に対応してMg-Agからなる電子注入用電極(データ線電極)がパターン化されて形成されている。光応答部と発光表示部とのパターンは、入力光と発光光とが同一色となるように対応している。図40に上記各色の光応答部に用いられる3種の材料の吸収スペクトルを示す。

【0113】このような素子を用いた表示パネルでは、n本の走査線電極と3m本のデータ線電極とが設けられる。そして、データ線電極は例えば3i番目が赤色、3i+1番目が緑色、3i+2番目が青色に対応している。

【0114】図41に本実施例の素子に用いられるデータ線駆動回路の回路図を示す。この回路は、図35のものと比較して、緑色に対応するデータ線電極400Gに対応する回路が追加されたものとみなすことができる。この場合、青色、緑色、赤色の各光応答部とも独立した画素としてマトリックス駆動される。発光表示駆動用のスイッチング素子431のスイッチングはデータ線アドレス信号435によって行われる。光入力に伴って発光表示がなされると、素子への注入電流が電流検出・増幅回路432によって観測され、増幅された後、クロック信号436により駆動する色判別回路433へ送られ、さらに光入力信号434が後段の回路へ送られる。この場合、色判別回路433の前に色識別回路を設けて前処理してもよい。なお、各画素からの信号をそのまま情報機器へ送り、情報機器側でデータアドレスに応じてソフト的に青、緑、赤を判別する方法を用いてもよい。

【0115】このようにして、青色光入力に対して青色発光、緑色光入力に対して緑色発光、赤色光入力に対して赤色発光が生じるほか、例えば3色同時に入力した場合には白色発光となり、フルカラー表示に近い表示を実現できる。なお、RGBの各入力を、書き込み、消去、再変換機能などに割り振れば、多機能入力が可能な表示素子となる。

【0116】ただし、有機色素は必ず吸収端より短波長側においても吸収を持っている。上記の動作は、光応答部に主吸収帯より短波長側の吸収強度が非常に小さいような理想的な色素を用いた場合に可能になるが、必ずしもこの条件が満たされない場合がある。例えば、青色光入力に対して全ての光応答部が応答し、緑色光入力に対して緑色光応答部及び赤色光応答部が応答し、赤色光入力に対して赤色光応答部のみが応答するような場合が考えられる。このような素子を用いた場合に入力光色の判断は、青色光応答部、緑色光応答部、赤色光応答部へ順次走査し、出力が得られたタイミングによりなされる。

【0117】また、この場合、青色光入力に対して白色発光、緑色光入力に対してオレンジ色発光、赤色光入力に対して赤色発光が生じるため、入力光の色と発光表示の色とが1:1に対応しなくなる。これを避けるためには、素子構造中に光フィルター機能を持たせればよい。

具体的には、光応答部に用いる材料自体に光学的バンドパスフィルタとしての機能を付加することにより、入力光の色と発光表示の色とを1：1に対応させることができる。

#### 【0118】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、光による情報の入力が可能だけでなく、スイッチング機能、メモリ機能、多重入力機能などの多様な機能を有する光入力型有機EL素子を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における光入力型有機EL素子の断面図。

【図2】(a)～(c)は図1の素子の動作を時系列的に示す特性図。

【図3】図1の素子における光入力の検出回路系を示す回路図。

【図4】本発明の実施例2における光入力型有機EL素子の断面図。

【図5】本発明の実施例4における光入力型有機EL素子の断面図。

【図6】本発明の実施例5における光入力型有機EL素子の断面図。

【図7】本発明の実施例6における光入力型有機EL素子の断面図。

【図8】図7の素子の平面図。

【図9】本発明の実施例7における光入力型有機EL素子の断面図。

【図10】(a)および(b)は図9の素子に光が照射され、かつ逆方向バイアスが印加されたときの動作を説明するエネルギーバンド図。

【図11】図9の素子に用いられた光入力を検出するための駆動回路および検出回路を示す回路図。

【図12】図9の素子における電圧－電流の関係を示す特性図。

【図13】(a)～(c)は図9の素子の動作を時系列的に示す特性図。

【図14】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する発光表示部を示す断面図。

【図15】(a), (b)は発光表示部の動作原理を説明するエネルギーバンド図。

【図16】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する光応答部に用いられる有機薄膜の一例の変位電流特性を示す特性図。

【図17】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する光応答部に用いられる有機薄膜の他の例の吸収特性を示すスペクトル図。

【図18】(a), (b)は本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する光応答部に用いられる非線形光学特性を有する有機薄膜の一例の吸収特性を示すスペクトル図。

【図19】本発明に係る光入力型有機EL素子の制御方法を説明するための特性図。

【図20】本発明に係る光入力型有機EL素子の制御系を示す回路図。

【図21】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する光応答部に用いられる有機薄膜のさらに他の例の吸収特性を示すスペクトル図。

【図22】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する光応答部に用いられる有機薄膜のさらに他の例の光透過特性を示すスペクトル図。

【図23】本発明に係る光入力型有機EL素子を構成する、不純物をドーブした有機薄膜からなる光応答部のエネルギーバンド図。

【図24】本発明に係る、不純物をドーブした有機薄膜からなる光応答部を有する光入力型有機EL素子のエネルギーバンド図。

【図25】本発明に係るマトリックス構成の電極を有する光入力型有機EL素子の斜視図。

【図26】本発明に係る光入力型有機EL素子をマトリックス駆動するための基本的な制御回路の回路図。

【図27】本発明の実施例9における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図28】本発明の実施例10における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図29】本発明の実施例11における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図30】本発明の実施例12における光入力型有機EL素子に用いられる走査線駆動回路の回路図。

【図31】本発明の実施例12における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図32】本発明の実施例13における光入力型有機EL素子の斜視図。

【図33】本発明の実施例13における光入力型有機EL素子からなる表示パネルの平面図。

【図34】本発明の実施例13における光入力型有機EL素子からなる表示パネルの画素を拡大した平面図を示す。

【図35】本発明の実施例13における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図36】本発明の実施例14における光入力型有機EL素子の光応答部に用いられる材料の光吸収スペクトル。

【図37】本発明の実施例14における光入力型有機EL素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路の回路図。

【図38】本発明の実施例14における光入力型有機EL

L素子に用いられるデータ線駆動・光検出回路において得られる入力光の波長と除算回路の出力との関係を示す図。

【図39】本発明の実施例14における光入力型有機EL素子に用いられる他のデータ線駆動・光検出回路の回路図。

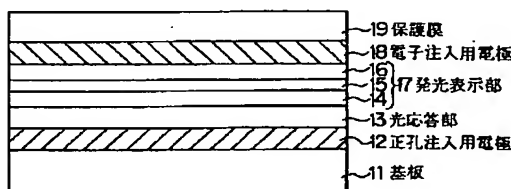
【図40】本発明の実施例15における光入力型有機EL素子の光応答部に用いられる材料の光吸収スペクトル。

【図41】本発明の実施例15における光入力型有機EL素子に用いられる他のデータ線駆動・光検出回路の回路図。

#### 【符号の説明】

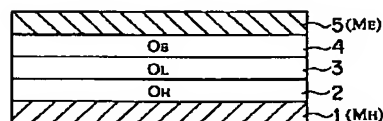
11…ポリエスチル樹脂基板、12…正孔注入用電極、13…光応答部、14…正孔注入層、15…発光層、16…電子注入層、17…発光表示部、18…電子注入用電極、19…保護膜、20…駆動部、21…駆動回路、22…検出回路、31…ガラス基板、32…正孔注入用電極、33…正孔注入層、34…発光層、35…電子注入層、36…発光表示部、37…光応答部、38…電子注入用電極、41…ポリカーボネートフィルム基板、42…正孔注入用電極、43…正孔注入層、44…発光層、45…電子注入層、46…発光表示部、47…下層光応答部、48…電子注入用電極、49…上層光応答部、51…ガラス基板、52…正孔注入用電極、53…正孔注入層、54…発光層、55…発光表示部、56…下層光応答部、57…電子注入用電極、58…上層光応答部、61…ガラス基板、62…正孔注入用電極、63…正孔注入層、64…発光層、65…電子注入層、66…発光表示部、67…第1の光応答部、68…第2の光応答部、69…第3の光応答部、70…電子注入用電極、71…ポリエスチル樹脂基板、72…正孔注入用電極、73…光応答部を兼ねる正孔注入層、74…正孔注入層、75…発光層、76…電子注入層、77…発光表示部、78…電子注入用電極、79…保護膜、101…発振器、102…駆動パルス増幅器、103…ゲイン可変差動増幅器、104…インバーター、105…検出パルス増幅器、106…駆動増幅器、107…ダイオード回路、108…電流増幅器、109…レベルコンパレータ、110…表示パネル、111…基板、112…走査線電極、113…光応答部、114…正孔注入層、11

【図1】

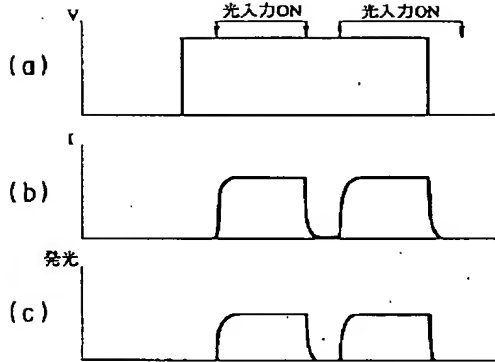


5…発光層、116…電子注入層、117…発光表示部、118…データ線電極、119…画素、120…駆動制御論理回路、130…走査線駆動回路、140…画像データレジスタ、150…データ線駆動・光検出回路、160…光検出出力回路、170…光検出制御回路、200…データ線電極、201…発光表示駆動用のスイッチング素子、202…光検出用のスイッチング素子、203…検出信号増幅回路、204…レベルコンパレータ、205…光検出用信号、206…データ線アドレス信号、207…光入力オン信号、211…発光表示駆動用のスイッチング素子、212…電流検出・増幅回路、213…レベルコンパレータ、214…光入力オン信号、215…データ線アドレス信号、221…スイッチング素子、222…電流検出・増幅回路、223…A/Dコンバータ、224…光入力オン信号、225…データ線アドレス信号、231…データ線スイッチング素子、232…電流検出・増幅回路、233…レベルコンパレータ、234…消去用のスイッチング素子、235…データ線アドレス信号、236…消去信号、237…光入力オン信号、300…走査線電極、301…走査線スイッチング素子、302…消去用のスイッチング素子、303…消去信号、304…消去電源、305…走査線アドレス信号、351…ガラス基板、352…正孔注入用電極（走査線電極）、353…正孔注入層、354…発光層、355…電子注入層、356…発光表示部、357…赤色光応答部、358…青色光応答部、359、360…電子注入用電極（データ線電極）、400R、400B、400G…データ線電極、401…発光表示駆動用のスイッチング素子、402…電流検出・増幅回路、403…識別回路、404…色判別回路、411…発光表示駆動用のスイッチング素子、412…電流検出・増幅回路、413…除算回路、414…A/Dコンバータ、415…データ線アドレス信号、421…発光表示駆動用のスイッチング素子、422…電流検出・増幅回路、423…色判別回路、424…光検出出力回路、425…データ線アドレス信号、426…光入力信号分割回路、431…発光表示駆動用のスイッチング素子、432…電流検出・増幅回路、433…色判別回路、434…光入力信号、434…データ線アドレス信号、436…クロック信号。

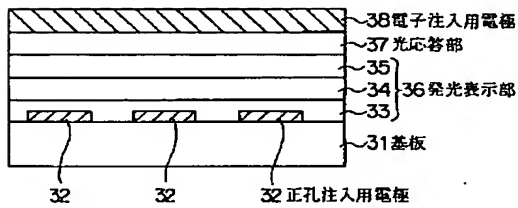
【図14】



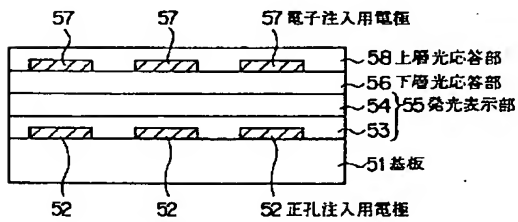
【図2】



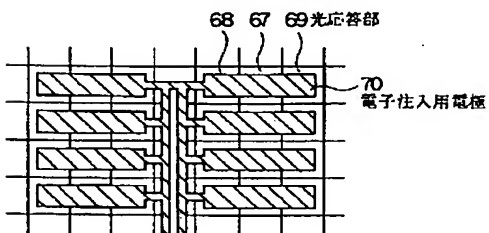
【図4】



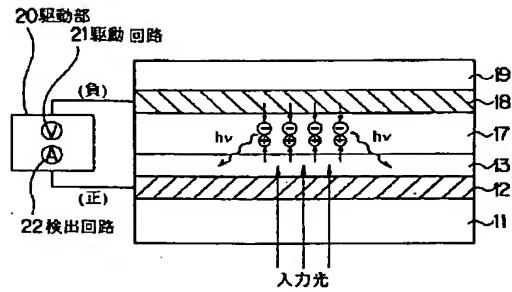
【図6】



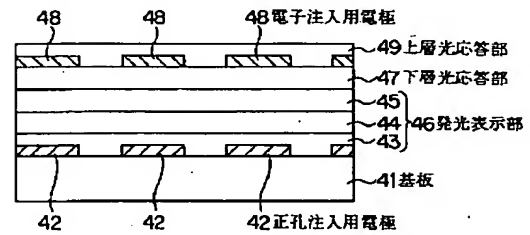
【図8】



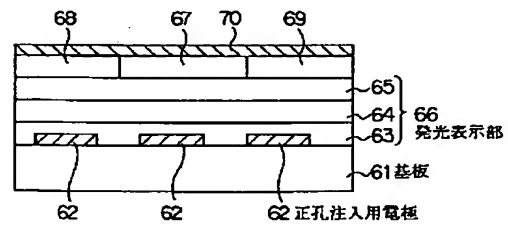
【図3】



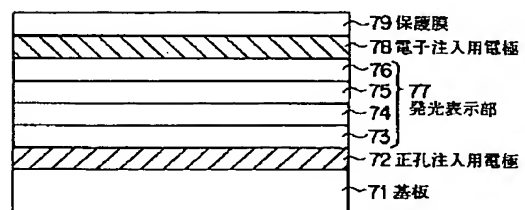
【図5】



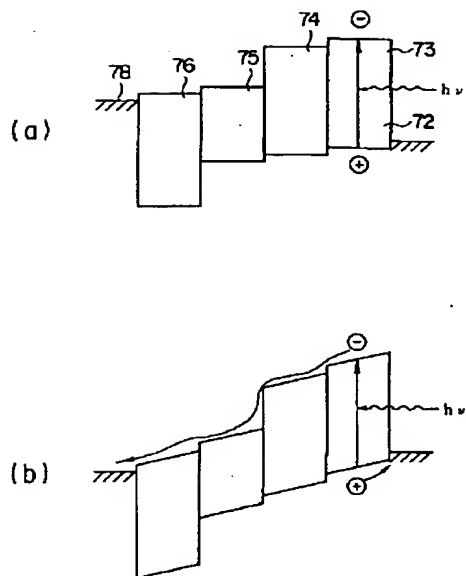
【図7】



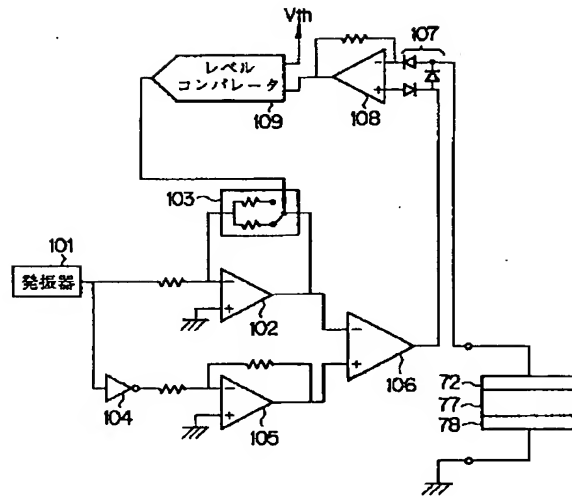
【図9】



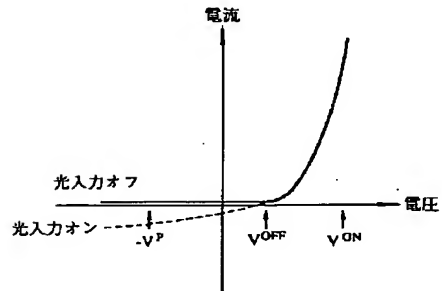
【図10】



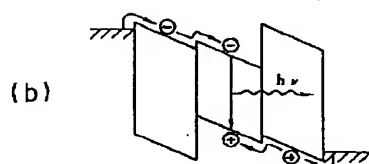
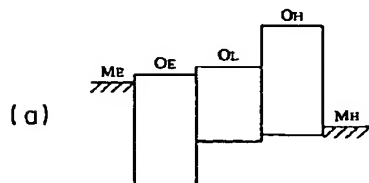
【図11】



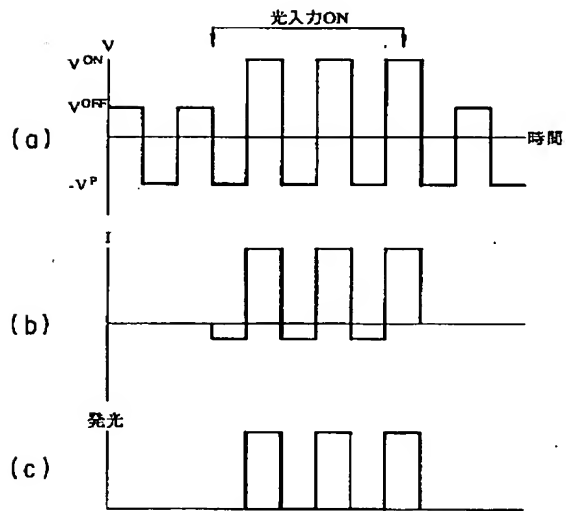
【図12】



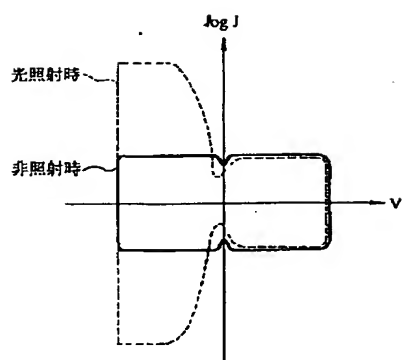
【図15】



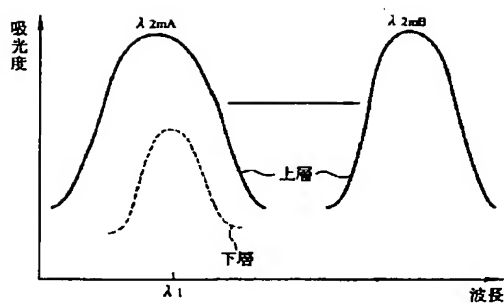
【図13】



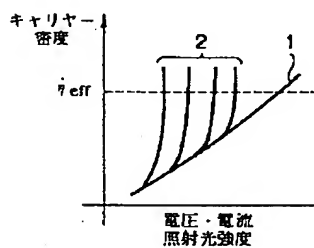
【図16】



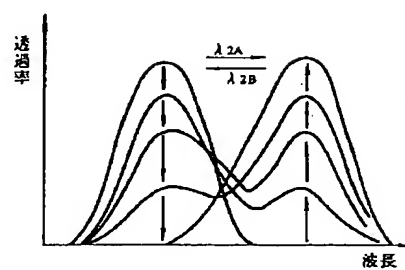
【図17】



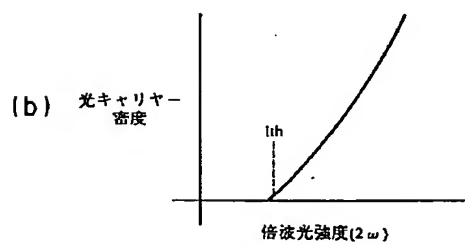
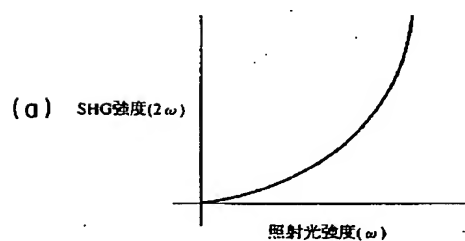
【図19】



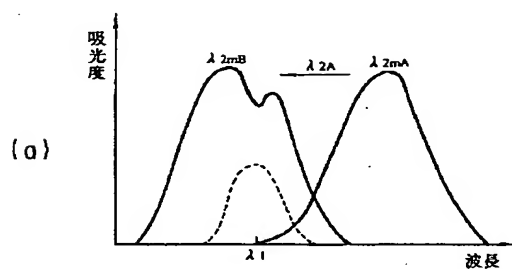
【図22】



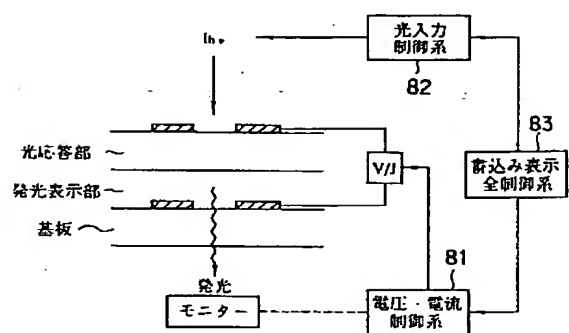
【図18】



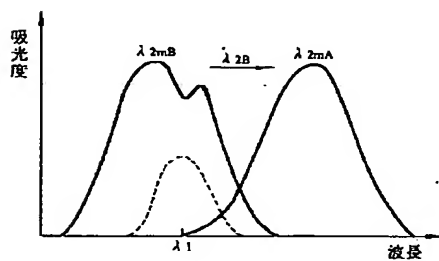
【図21】



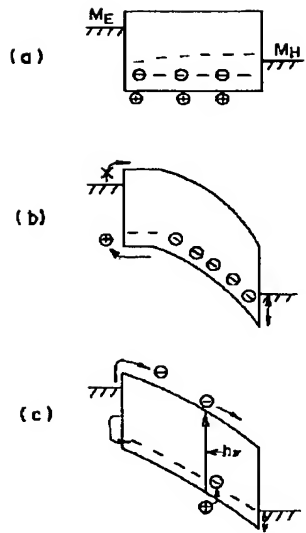
【図20】



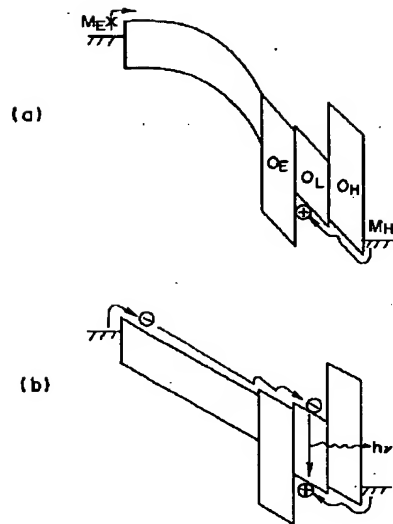
(b)



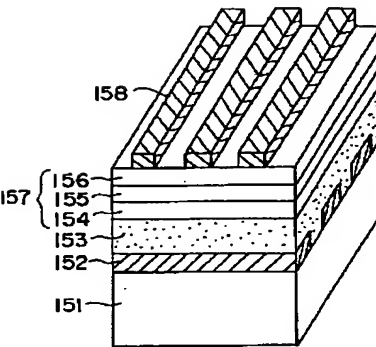
【図 23】



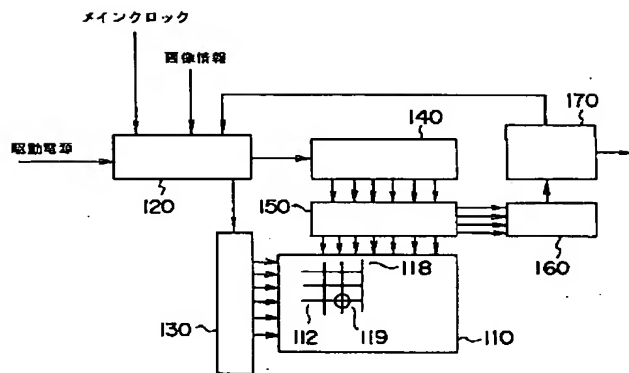
【図 24】



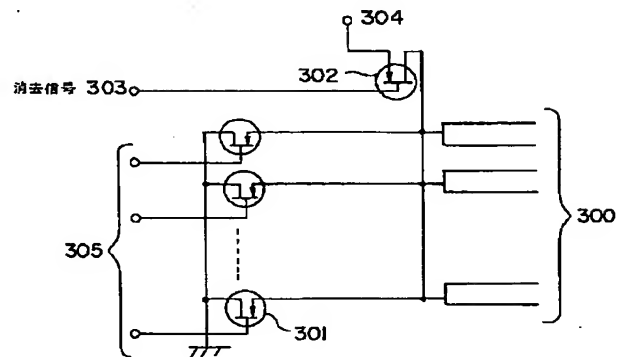
【図 25】



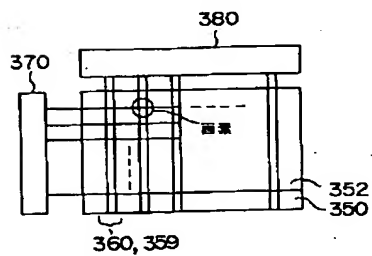
【図 26】



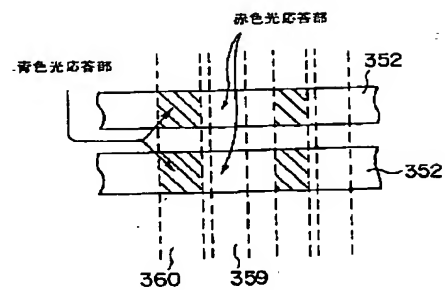
【図 30】



【図 33】

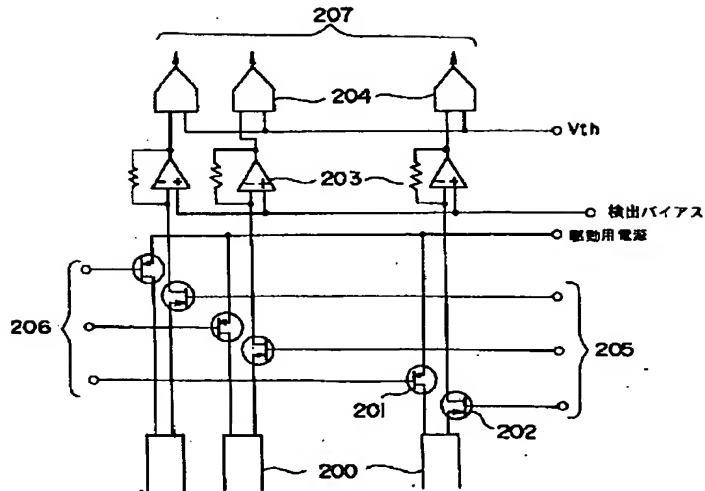


【図 34】

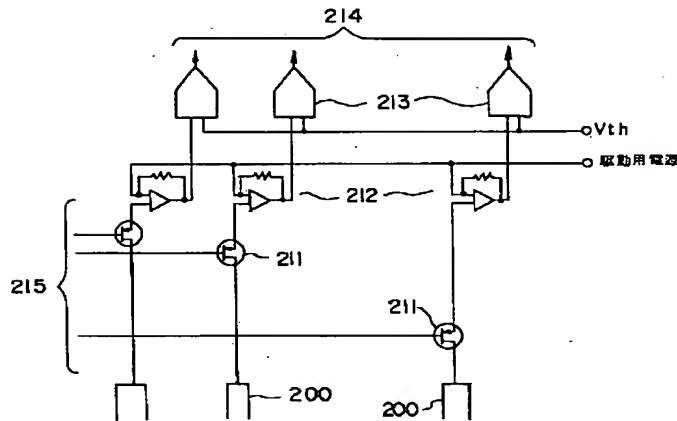




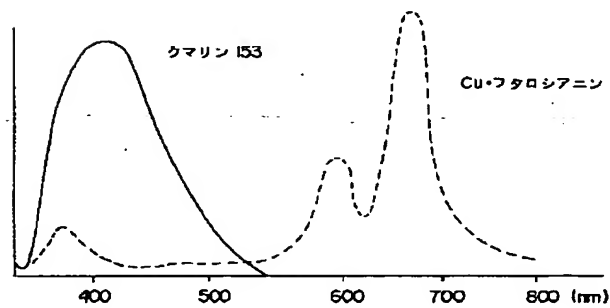
【図27】



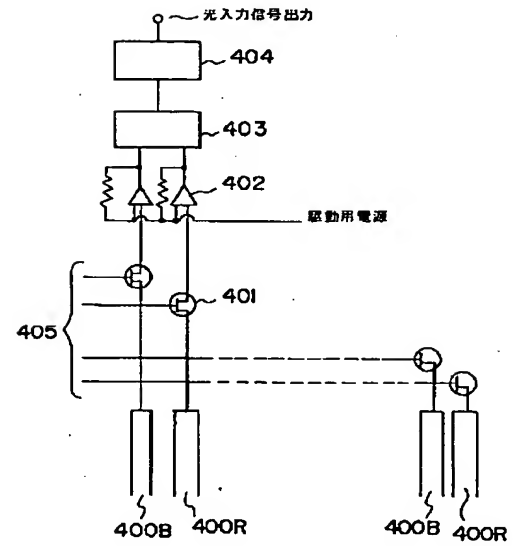
【図28】



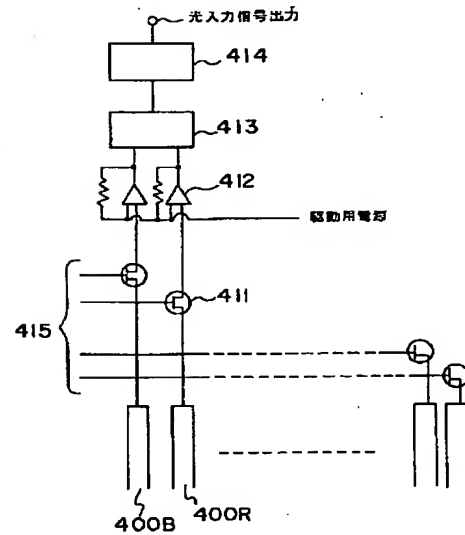
【図36】



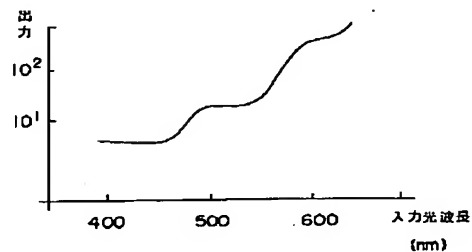
【図35】



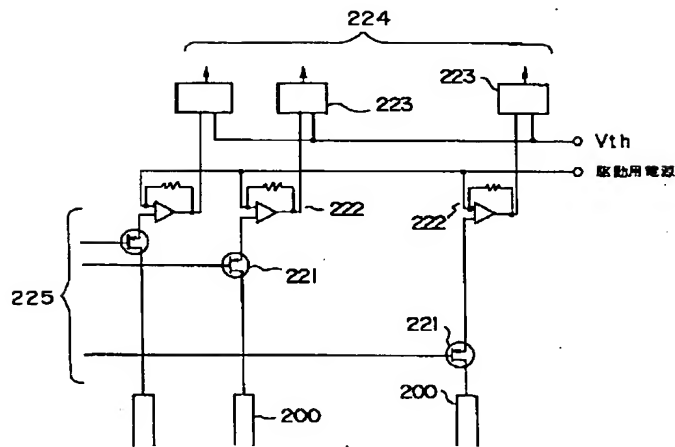
【図37】



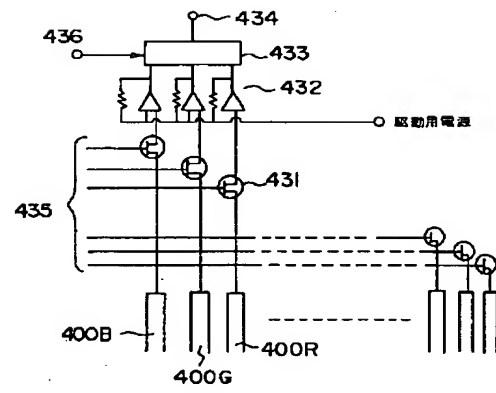
【図38】



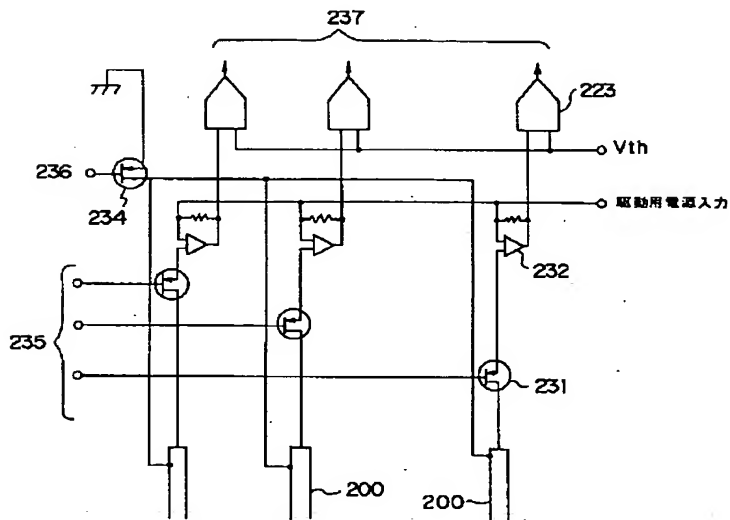
【図29】



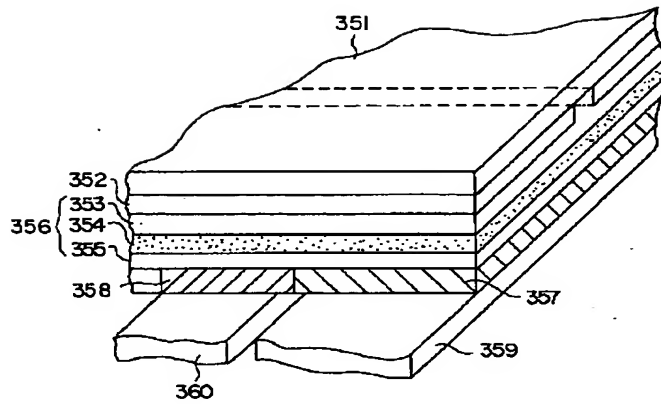
【図41】



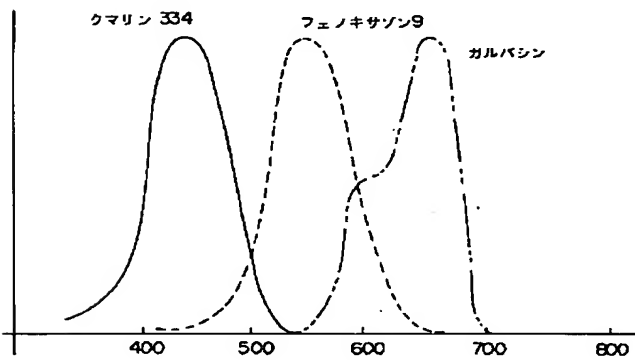
【図31】



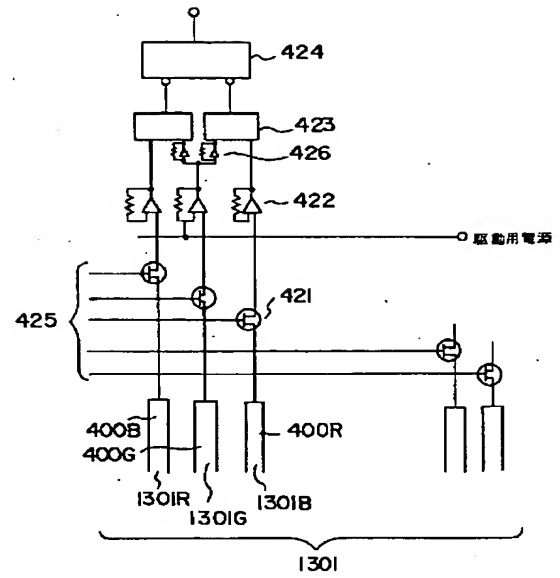
【図32】



【図40】



【図39】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 明  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内